M. Nestor I. Scumpu

Cartea sticlarului

Fasonarea și finisarea sticlei



Ing. Mircea Nestor * Ing. Ioan Scumpu

Cartea sticlarului

Fasonarea și finisarea sticlei

EDITURA TEHNICĂ — BUCUREȘTI, 1977



Prefață

Sticla sub diferite forme este cunoscută din cele mai vechi timpuri. Datorită calităților sale ea continuă să rămînă un material mereu în actualitate, cu utilizări multiple.

În țara noastră industria de prelucrare a sticlei are vechi tradiții, începuturile ei pierzîndu-se în trecutul îndepărtat al istoriei patriei noastre.

Pînă nu de mult, industria sticlei se rezuma la cîteva fabrici cu caracter meșteșugăresc. În ultimele decenii ale secolului nostru și cu deosebire în ultimii ani ea a cunoscut o dezvoltare deosebită, țara noastră ajungînd să se situeze astăzi printre țările cu o producție mare pe cap de locuitor, la nivelul marilor țări producătoare cu tradiție în această industrie.

Datorită atenției acordate de regimul nostru socialist, această industrie, paralel cu dezvoltarea producției fizice, a suferit un proces apreciabil de modernizare. La această acțiune de modernizare a contribuit achiziționarea de utilaje din străinătate, dar factorul determinat a fost valorificarea eforturilor de cercetare tehnologică proprie, aplicate în industrie.

Acest nivel tehnic al producției noastre se oglindește și în faptul că din totalul producției fizice fabricate, o parte însemnată este destinată exportului în forme foarte diferite în cele mai diverse țări ale globului.

În actualul cincinal se ridică în fața acestei ramuri a economiei naționale noi sarcini deosebit de dificile. Paralel cu creșterea continuă a producției, trebuie asimilate o serie de noi tehnologii de vîrf, cu grad ridicat de complexitate.

Prezenta lucrare, apărută după o perioadă îndelungată de timp în care nu s-a publicat decît foarte puțin în acest domeniu, se adre-

sează cadrelor ce lucrează în această frumoasă industrie. În ea se prezintă tehnica prelucrării sticlei în țara noastră și pe plan mondial, ajungînd uneori la un grad mai ridicat de detaliere, în dorința de a fi utilă unei categorii cît mai mari de cititori interesați în diferitele probleme ale prelucrării sticlei.

Prezentarea materialului se face în 16 capitole, dintre care 6 capitole se ocupă de producția de sticlărie de menaj și ambalaj, 7 capitole se ocupă de sticla plană, un capitol este destinat problemelor care se ridică în fabricarea firelor și vatei de sticlă, iar un capitol este afectat problemelor privind controlul de calitate al produselor și tehnica securității muncii la principalele operații care au loc în prelucrarea sticlei.

După o scurtă prezentare a metodelor manuale de fasonare se arată detaliat principalele procedee și mașini automate utilizate în industria sticlăriei, insistîndu-se cu deosebire asupra ultimelor tipuri de mașini și utilaje moderne. Sticla tehnică, produs de mare actualitate, este prezentată într-un capitol separat. În domeniul sticlei de construcții, lucrarea, în afara procedeelor cunoscute și generalizate, prezintă o serie de tehnici moderne de o deosebită actualitate ca fabricarea geamurilor șlefuite, a geamurilor de securitate și a geamurilor termoizolatoare.

Axată pe satisfacerea în perspectivă a cadrelor din această industrie, ținînd seama de faptul că în actualul plan cincinal se vor introduce noi tehnologii de prelucrare perfecționate, de cel mai înalt nivel, cartea de față, în scopul de a fi utilă tuturor cadrelor care lucrează și vor lucra în acest domeniu, expune separat metodele și utilajele folosite la aceste fabricații. În acest sens sînt prezentate metodele de fasonare utilizate în fabricarea sticlelor optice și a geamurilor șlefuite pe baie de metal topit (float-glass).

Obținerea firelor de sticlă, tehnologie de mare perspectivă, care se va dezvolta în viitorul apropiat, comportînd un grad de finețe și dificultate este prezentată distinct și detaliat.

Autorii vor fi foarte mulțumiți dacă cei care activează în această ramură vor găsi în lucrare un ajutor în elucidarea problemelor ce îi preocupă și orice sugestie care ar putea duce la îmbunătățirea ei va fi binevenită.

AUTORII

Cuprins

Fasonarea manuală a sticlei

1.1. Fasonarea prin suflare la ţeavă

Articolele de sticlă obţinute prin suflarea manuală sînt în general obiecte de uz casnic, folosite fie în scop practic, fie în scop decorativ.

Fasonarea sticlei la ţeavă este metoda care nu necesită utilaje complicate pentru prelucrarea ei, dar cere din partea sticlarilor un efort fizic mare, în special pentru piesele voluminoase şi grele, cum şi o calificare profesională foarte ridicată, făcînd din fasonatorii articolelor complicate adevăraţi artişti în meserie.

Gama de produse care se pot executa cu această metodă se grupează, din punctul de vedere al modului de fasonare, în următoarele două categorii :

— produse suflate la ţeavă, fără ajustări sau adăogiri ;

— produse suflate la ţeavă care necesită o prelucrare la cald însoţită de adaosuri de sticlă sau ajustări.

Produsele din prima categorie sînt, în general, articole de uz casnic sau de uz industrial, care nu necesită o execuţie deosebită, decît o suflare corectă prin care să se asigure o repartizare uniformă a topiturii de sticlă.

Grupa a doua de produse cuprinde, în general, articole cu un grad complex de prelucrare, la fasonarea cărora muncitorul sticlar intervine cu toată experienţa şi fantezia creatoare, spre a da articolului un aspect mai reuşit, mai plăcut, mai artistic.

1.1.1. Scule şi dispozitive folosite la fasonarea sticlei prin suflare manuală

Fasonarea manuală a sticlei prin suflarea la ţeavă necesită o serie de scule care se pot grupa în următoarele două categorii :

— scule principale din care fac parte ţeava de suflat, lingura de fasonare şi forma în care se suflă articolul ;

— scule secundare, din care fac parte :

— placa de netezire ;
— fierul de lipit ;
— foarfecele ;
— cleştele de talpă ;
— forma de optic ;
— dopul de lărgire a gurii ;
— întinzătorul ;
— fierul de început ;
— jgheabul de umezire ;
— lopăţica de aplatizare.

Scule principale. Ţeava de suflat este confecţionată din oţel tras. Fiind solicitată la variaţii bruşte de temperatură, cum şi la acţiunea chimică a topiturii de sticlă, materialul din care este confecţionată ţeava trebuie să fie un oţel refractar şi anticorosiv, indicat în acest scop fiind oţelul aliat cu nichel, crom şi vanadiu.

În general, la ţeava de oţel carbon se sudează o bucată de ţeavă de circa 30 cm din oţel aliat. Lungimea ţevii este de 1,5—2 m, iar diametrul variază în funcţie de mărimea articolului produs, astfel :

pentru pahare mici se utilizează ţeavă cu	⌀ de 10 mm ;
pentru pahare de apă	⌀ de 14 mm ;
pentru căni	⌀ de 16—18 mm ;
pentru borcane	⌀ de 20 mm ;
pentru baloane	⌀ de 25 mm.

Grosimea peretelui ţevii variază tot în funcţie de mărimea articolului ce se lucrează de la 2 la 5 mm.

Capătul ţevii prin care se face suflarea cu gura, este îmbrăcat într-un manşon de lemn, cu care sticlarul manipulează ţeava în timpul lucrului.

O variantă a ţevii de suflat este ţeava cu clopot. Ea constă dintr-o ţeavă obişnuită de suflat care are sudat la capătul pe care se culege priza de sticlă, un adaos de oţel refractar, în formă de clopot perforat şi cu deschiderea mare în afară. Diametrul mare al clopotului variază între 20 şi 50 mm.

Cu ajutorul acestei ţevi se suprimă operaţia de formare a băşicii, articolul fiind executat din topitură culeasă direct pe clopot, care are rolul de a asigura repartizarea uniformă a sticlei pe circumferinţa obiectului. Aceste ţevi se pot utiliza pentru suflarea paharelor şi a altor articole de dimensiuni mici şi mijlocii.

O completare a ţevii de suflat o constituie dispozitivul de suflat, care permite înlocuirea suflatului cu gura prin suflarea aerului cu ajutorul unui compresor şi care este utilizat la producerea articolelor mari .

Lingura de fasonare (fig. 1.1) este o altă sculă indispensabilă sticlarului suflător. Cu ajutorul ei, acesta fasonează priza de sticlă culeasă pe ţeava de suflat, dîndu-i o formă cilindrică, sferică, tron-

conică, după cum cere profilul final al articolului care se lucrează. La articolele mari (ex. baloane) unde priza de sticlă este voluminoasă, lingura de fasonare este înlocuită de aşa-numitul moţ.

Conturul regulat şi bine profilat al articolelor suflate se poate obţine numai prin suflarea lor într-o formă numită matriţă, acestea

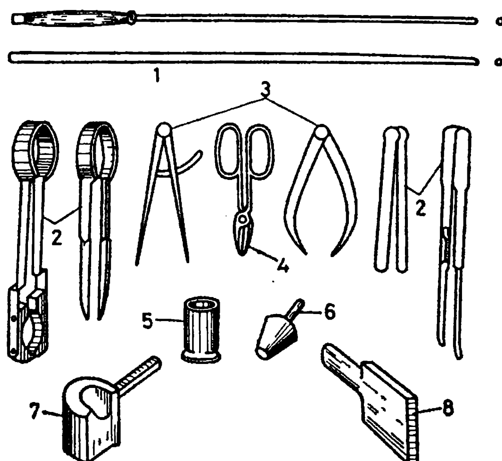


Fig. 1.1. Diferite scule folosite la fasonarea manuală a sticlei :

1 — ţevi de suflat ; *2* — cleşte pentru gît şi talpă ; *3* — compasuri ; *4* — foarfece ; *5* — forma de optic ; *6* — dopul de gură ; *7* — lingura de fasonare ; *8* — lopăţica de aplatizare.

fiind nişte tipare a căror suprafaţă interioară reprezintă conturul exterior al produsului finit.

În prezent, matriţele utilizate pentru suflarea sticlei se confecţionează din lemn sau metal. Calitatea produselor de sticlă suflate, depinde într-o mare măsură de calitatea matriţelor întrebuinţate.

Matriţele din lemn se confecţionează din următoarele esenţe : fag, arin, plop sau tei. Lemnul trebuie să fie verde şi lipsit de fibre pronunţate şi noduri, acestea imprimînd neregularităţi pe suprafaţa sticlei.

Formele de lemn asigură produselor de sticlă un aspect exterior frumos, prin luciu şi suprafaţă clară şi transparenţă. În afară de aceasta, matriţele de lemn se confecţionează uşor şi cu rapiditate, se manipulează fără eforturi, nu consumă topitura la încălzirea lor şi menţin temperatura de prelucrare a sticlei, lemnul fiind rău conducător de căldură.

Pentru mărirea duratei lor de utilizare, pe muchiile de contact cu sticla, se fixează bucăţi de sîrmă. În acelaşi scop, după ce forma a fost confecţionată, armată cu sîrmă şi controlată cu şablonul de carton (schnitul), se introduce într-un bazin cu apă circa 10—12 ore, pentru ca toată masa lemnului să se îmbibe cu apă şi apoi se dă în lucru. De asemenea, în timpul lucrului, după fiecare suflare a produsului, se udă cu apă prin scufundare într-un rezervor.

Datorită arderii matriţele de lemn nu sînt utilizate decît la suflarea articolelor de serie mică, durata lor de lucru fiind în general de un schimb.

Matriţele metalice se execută în general din fontă, dar şi din oţel aliat. Ca şi cele de lemn, ele pot fi confecţionate dintr-o singură bucată sau din două şi chiar trei bucăţi care se deschid cu ajutorul balamalelor (şarnierelor). Pentru evacuarea gazelor produse în timpul suflării produselor, ele sînt prevăzute cu mici canale.

Matriţele de metal sînt mai scumpe şi nu asigură articolelor suflate o suprafaţă lisă şi lucioasă ca cele de lemn, însă au o durată mare de lucru, putînd fi utilizate la 700—800 de schimburi, dacă sînt corect întrebuinţate şi bine întreţinute. Matriţele metalice se folosesc la suflarea articolelor de serie mare, cum şi la articolele care necesită toleranţe mici de execuţie.

Asupra acestor matriţe vom mai reveni.

Scule secundare. Placa de netezire este o placă de fontă cu didimensiunile de circa 60/40 cm sau mai mare, aşezată pe un suport, în apropierea gurii de lucru a cuptorului. Pe această placă se netezeşte priza de sticlă, pentru a-i imprima o formă regulată, în general, conică.

Fierul de lipit este o vergea de fier cu dimensiunile asemănătoare ţevii de suflat. Se utilizează la lipirea articolelor de sticlă, care se desprind de ţeava de suflat, în scopul fasonării lor ulterioare prin ajustări sau adăogiri.

Foarfecele (fig. 1.1.) este scula de lucru folosită în timpul fasonării obiectului de sticlă la tăierea marginilor sau a capetelor de sticlă. Se deosebesc două feluri de foarfece şi anume :

— foarfece cu lama întreagă care se folosesc la tăierea marginilor articolului de sticlă, în scopul de a-i da o formă mai aspectuoasă ;

— foarfece pentru tăierea capetelor de baghete de sticlă. Acestea au pe lungimea lamelei o crestătură în formă de V, în scopul de a prinde bagheta de sticlă în timpul tăierii spre a nu o deforma ;

— cleştele de talpă (fig. 1.1.) sau pluşarul este scula cu ajutorul căreia se fasonează talpa lipită a articolelor de sticlă, dînd acesteia forma rotundă cu suprafaţă perfect plană, în vederea asigurării echilibrului stabil. Este format dintr-o bucată de fier în formă de U cu vîrfurile ascuţite în care se introduc plăcile de lemn ce au scobite pe feţele care se apropie conturul circumferinţei tălpii.

Deschizătorul este un cleşte de tablă elastică, cu capetele libere rotunjite şi ascuţite, putînd să se apropie cînd sînt strînse cu mîna şi să se depărteze cînd sînt lăsate libere. Serveşte la deschiderea gurii produsului ;

— întinzătorul este un fier rotund cu diametrul de circa 10—12 mm şi lungimea de circa 300 mm. Serveşte la îndreptarea sau curbarea sticlei adăugate la articolul care se fasonează, pentru a-i da acestuia profilul dorit ;

— fierul de început serveşte la culegerea prizei de sticlă care se adaugă în timpul fasonării sub formă de picior, talpă, mîner etc. obiectului suflat.

Sculele descrise mai înainte, sînt cele mai utilizate de sticlarul suflător la ţeavă, pentru fasonarea diverselor produse. În afară de acestea se mai folosesc mai rar şi alte scule ce servesc la imprimarea diferitelor contururi pe obiectele de sticlă care se fasonează.

Întrucît o mare parte din produsele suflate la ţeavă au nevoie de adăugiri sau ajustări şi cum acestea nu se pot executa decît pe sticla plastică, rezultă necesitatea reîncălzirii articolelor în timpul lucrului. Această reîncălzire se face în nişte cuptoare mici numite şi „tobe" sau „trommele". Un astfel de cuptoraş de reîncălzire are o formă cilindrică cu diametrul interior de 40—60 cm sau dreptunghiulară, putînd fi deschis la ambele capete.

Lîngă cuptoraşul de reîncălzire se află banca de lucru (fig. 1.3) (scaunul fasonatorului) pe care se găsesc sculele de lucru :

— forma de optic (v. fig. 1.1) serveşte la imprimarea dungilor optice pe articolul suflat, în vederea ridicării nivelului calitativ al produsului. Ea are o cavitate cu muchii metalice în relief în care se introduce priza de sticlă după presuflare ;

— jgheabul de umezire (fig. 1.2) este o cuvă metalică sau din lemn susţinută pe un cadru metalic şi prevăzută cu suporturi gen furcă pentru sprijinul ţevii de suflat.

În timpul fasonării prizei de sticlă, suflătorul îşi umezeşte lingura de fasonare în apa din cuvă, sprijinindu-şi ţeava de suflat în suport.

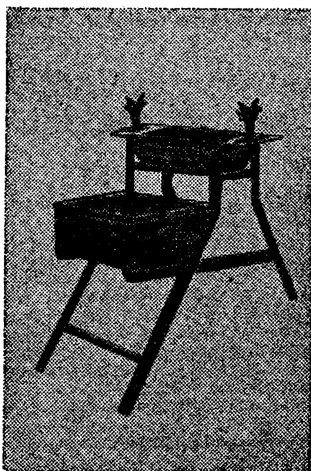


Fig. 1.2. Jgheabul de umezire.



Fig. 1.3. Banca de lucru a fasonatorului.

1.1.2. Descrierea fazelor de fasonare a sticlei prin suflare la țeavă

Operațiile de fasonare a produselor de sticlă prin suflare la țeavă se pot împărți în următoarele grupe :

— formarea bășicii ;

— repartizarea și presuflarea sticlei ;

— suflarea definitivă ;

— ajustări și adaosuri de sticlă.

Se precizează că la produse mai simple, care nu necesită ajustări și adaosuri de sticlă, ultima grupă de operații nu se mai execută. De asemenea, cînd se întrebuințează la suflat țeava cu clopot, nu se mai execută prima grupă de operații, culegîndu-se priza de sticlă direct pentru presuflare.

Formarea bășicii. Cu ajutorul țevii de suflat pregătite, se culege din cuptor o cantitate de topitură de sticlă, care după desprindere se rulează pe placa de netezire, dîndu-i-se un format tronconic și răcindu-se pînă la viscozitatea necesară suflării. După aceasta, se suflă de trei-patru ori prin țeavă, obținîndu-se o bășică sferică, a cărei mărime variază după cantitatea de sticlă culeasă din cuptor.

Pentru a obține o bășică bună, lucrătorul va respecta următoarele indicații :

— culegerea prizei de sticlă nu se va face din imediata apropiere a peretelui cuptorului, deoarece acolo topitura este mai neomogenă și mai impurificată ;

— înainte de începerea lucrului se va curăți bine gura de lucru, cum și suprafața topiturii din zona de culegere a prizei ;

— culegerea prizei va începe de fiecare dată în partea dreaptă, iar desprinderea și lăsarea firului se va face în partea stîngă, pentru că acolo unde se lasă firul topitura de sticlă este neomogenă din punct de vedere termic ;

— la introducerea țevii în gura de lucru se va ține capătul țevii cîteva secunde pe suprafața topiturii pentru eliminarea bulelor de aer antrenate ;

— tot timpul țeava cu priză se va roti, pentru a se obține peretele bășicii de grosime uniformă ;

— în atmosfera de lucru și pe placa de netezire să nu fie praf, întrucît acesta se depune pe bășică, formînd bule în produsul finit ;

— țeava cu bășică se va agăța în rastel numai după ce bășica a primit o culoare gălbuie, indiciu că sticla este suficient de vîscoasă și nu se va deforma.

Repartizarea și presuflarea sticlei. Pe bășica rigidizată se culege din cuptor o cantitate de sticlă, apreciată a fi necesară pentru produsul finit. Această priză se fasonează în lingura de lemn, dîndu-i-se o formă sferică, cilindrică, tronconică sau ovală, în funcție de forma produsului finit. Sticlarul suflă apoi intermitent priza de 3—4 ori, combinînd suflatul cu mișcări de rotire a țevii pentru a da prizei o formă simetrică, ridică țeava cu priza în sus pentru a subția fundul îngroșînd pereții laterali, întoarce țeava în jos și o pendulează pentru a-i da un format alungit etc. Prin combinarea cu măiestrie a acestui complex de mișcări, sticlarul obține o repartizare uniformă a masei de sticlă în pereții produsului.

Suflarea definitivă a produsului. După presuflarea prizei, balonul este introdus în matriță și suflat puternic, forțînd sticla să ia forma interioară a matriței. La produsele cilindrice, conice sau sferice, o dată cu suflarea se face și învîrtirea produsului în matriță, pentru a obține o cît mai bună uniformitate a pereților și netezirea suprafeței. Pentru produsele care necesită dungi optice, balonul, după presuflare, se introduce în forma de optic și apoi se suflă definitiv. Articolele care nu necesită ajustări sau adaosuri se desprind de pe țeavă și se transportă la cuptorul de recoacere. Pentru obținerea unui produs de calitate suflătorul va respecta indicațiile următoare :

— să nu culeagă priza de sticlă din locul unde a rămas firul ;

— să-și obișnuiască ochiul pentru aprecierea cît mai bună a cantității de sticlă necesară produsului ;

— să urmărească cu atenție mișcările balonului de sticlă la presuflare, pentru a asigura o repartizare uniformă a masei de sticlă ;

— de la culegerea prizei și pînă la predare țeava să fie încontinuu învîrtită ;

— la suflarea în matrițe metalice, acestea să fie bine încălzite.

Ajustări și adaosuri de sticlă. Acestea sînt operații care se execută asupra semifabricatului după suflarea definitivă, cu scopul de a-i aduce completările corespunzătoare funcționalității sau aspectului estetic.

În general, ajustarea constă în modificarea formei unei părți a semifabricatului, iar adaosul în lipirea la cald a unei cantități de sticlă pe semifabricat și modelarea ei cu diverse scule, dîndu-i-se forma cerută.

Pentru exemplificare se prezintă operațiile de executare a unei căni tăiate, cu picior și mîner, în ordinea lor succesivă.

După suflarea definitivă a cănii în matriță, fasonatorul lipește la fundul ei o cantitate de sticlă pe care o taie cu foarfecele de pe fierul de început și apoi o modelează și o lungește dîndu-i forma piciorului. După rigidizarea acestuia, lipește la capătul lui tăind de pe fierul de început o altă cantitate de sticlă, pe care o modelează cu ajutorul plușarului (pregătit anterior), dîndu-i forma de talpă care asigură planeitatea și echilibrul cănii.

După rigidizare, talpa se lipește pe fierul de lipit și se desprinde gura cănii de la țeava de suflat cu ajutorul unui clește răcit cu apă. Gura cănii se încălzește în cuptorul de reîncălzire pînă la înmuierea sticlei și se face tăierea oblică a gurii cu foarfecele de gură. Urmează o reîncălzire a locului tăiat și apoi modelarea lui, lărgirea gurii și formarea ciocului, operații care se execută cu deschizătorul. După formarea gurii fasonatorul lipește pe corpul cănii cantitatea de sticlă necesară toartei, pe care o taie cu foarfecele de toartă de pe fierul de început și lipește și celălalt capăt pe cană. Modelează apoi bine capetele lipite și îndreaptă mînerul în poziție paralelă cu axul cănii dîndu-i formatul cerut. Pentru ornamentare se pot adăuga pe cană diverse motive. Ultima operație este desprinderea cănii de pe fierul de lipit.

Pentru realizarea unui produs de bună calitate se recomandă fasonatorului următoarele :

— la cuptoraşul de reîncălzire se va schimba placa de la gură după mărimea obiectului, astfel ca diametrul orificiului plăcii să fie numai cu 2—4 cm mai mare decît diametrul produsului ;

— la obiectele care necesită prinderea în coş, se vor lua măsuri care să prevină lipirea coşului de articol ;

— la reîncălzirea produselor se va urmări înmuierea numai a părţii care trebuie ajustată, pentru a nu le deforma ;

— atît la reîncălzire cum şi după scoaterea din cuptoraş, produsele se vor învîrti continuu pentru a nu se deforma ;

— nu se va preda purtătorului produsul decît după rigidizarea lui suficientă, care să asigure menţinerea formatului realizat.

În ultimii ani pentru operaţia de tăiere a gurii cănilor a fost pus la punct un procedeu mecanizat, care se prezintă în continuare.

Instalaţie de tăiat gura cănilor. Serveşte la tăierea gurii cănilor şi vaselor de formă mai variată cu diametru interior de la 20 la 160 mm şi grosimea peretelui de maximum 7 mm. Durata tăierii 1,5—2 min. Are avantajul că taie uniform, cu un randament ridicat şi nu necesită personal calificat.

Maşina se compune din :

— sistem de comandă pneumatică pentru închiderea şi deschiderea formei de gură ;

— sistem de comandă a coborîrii şi returului formei de gură ;

— instalaţie de reglare a presiunii cu un gresor de ulei ;

— dispozitive de reglare pentru adaptarea maşinii la diverse forme şi mărimi de căni.

Modul de funcţionare. După suflare, cana se prinde într-un suport special, fiind desprinsă de ţeavă. Se reîncălzeşte în locul unde se va efectua tăierea şi lărgirea şi se aşază pe un poanson care are formatul gurii tăiate. Se demarează maşina şi două jumătăţi de formă de gură (care au formatul gurii tăiate a cănii) se îmbină şi cad pe poanson, tăind calota cănii (în coborîre cantul formei de gură se aşază exact pe cantul poansonului şi pe acest profil taie calota cănii). După tăiere, cana se reîncălzeşte pentru polizare.

1.1.3. Procedee speciale de fasonare decorativă

Fasonarea sticlei suprapuse (überfang). Fabricarea produselor de sticlă din două sau chiar trei straturi de culori diferite, constituie unul din cele mai răspîndite procedee de ornamentare a articolelor de menaj, datorită valorii artistice care se poate obţine prin efectul de culoare. În general, aceste produse se lucrează din două straturi, din care numai unul colorat, fiind foarte rare articolele din mai multe straturi colorate.

Pentru obţinerea sticlei suprapuse se cunosc trei procedee :

— primul procedeu constă în culegerea prizei de sticlă incoloră şi executarea băşicii, pe care, după răcire şi întărire, se culege stratul de topitură colorată, urmînd fasonarea obişnuită prin presuflare, repartizare şi suflare finală. Întrucît prin acest procedeu greu se poate asigura o repartizare uniformă a topiturii colorate, utilizarea lui nu este recomandată decît în cazul articolelor de serie mai mare şi mai puţin pretenţioase ;

— al doilea procedeu se aplică acolo unde nu se dispune de topitură colorată, ci numai de baghete colorate. Pentru aceasta se încălzeşte bagheta colorată la un capăt şi se prinde la fierul de lipit, încălzindu-se apoi şi la celălalt capăt pînă la înmuiere. Paralel cu aceasta, pe ţeava de suflat se culege priza de sticlă executîndu-se băşica ce se lasă pentru întărire. Pe băşica astfel pregătită se lipeşte bagheta înmuiată şi se taie cu foarfecele cantitatea de sticlă necesară pentru acoperirea întregii suprafeţe a produsului cu strat colorat. Prin încălziri şi suflări repetate şi prin modelări în lingura de lemn, stratul colorat se întinde pe toată suprafaţa băşicii, după care se fasonează prin presuflarea şi suflarea finală. Nici acest procedeu nu asigură în toate cazurile uniformitatea straturilor în pereţii produsului, motiv pentru care utilizarea lui este limitată ;

— al treilea procedeu de obţinere a sticlei suprapuse este cel cunoscut sub denumirea de „pîlnie". Prin acest procedeu pe ţevile de suflat se pregătesc două băşici : una din sticlă incoloră şi cealaltă din sticlă colorată. Pe prima băşică se culege cantitatea de topitură tot incoloră necesară formării articolului. Pe băşica din sticlă colorată se culege o cantitate mică de sticlă colorată şi se suflă sub forma unui balon mare cu peretele subţire. Acest balon se încălzeşte în cuptoraşul tobă pînă la înmuirea părţii superioare. Se ridică ţeava în poziţie verticală şi se aspiră prin ea aerul din băşică, formîndu-se astfel o pîlnie cu pereţi dubli şi cu deschiderea în sus. În această pîlnie se introduce băşica de sticlă incoloră şi prin suflare se sudează de sticla colorată. Se detaşează ţeava de la pîlnia colorată, iar peretele exterior se stropeşte cu apă şi se îndepărtează prin spargere. În modul acesta rezultă o băşică din sticlă incoloră, cu o peliculă subţire de sticlă colorată, uniform repartizată pe suprafaţă. Băşica obţinută se încălzeşte şi se fasonează în mod obişnuit pentru obţinerea produsului dorit. Acest procedeu deşi necesită mai multă manoperă, totuşi se utilizează în mod curent în fabricile care produc sticlă colorată, mai ales pentru produsele mari, complicate şi pretenţioase, avînd în vedere faptul că asigură uniformitatea stratului colorat pe suprafaţa produsului.

O condiţie de bază la fabricarea produselor din sticlă suprapusă, o formează coeficienţii de dilataţie a sticlelor care trebuie să fie egali sau foarte apropiaţi. În caz contrar, produsele se sparg la recoacere sau după aceea, din cauza tensiunilor ce apar.

În fabricaţia curentă a produselor din sticlă suprapusă trebuie controlaţi coeficienţii de dilataţie. O metodă practică este metoda inelului. Aceasta constă în suflarea unor cilindri cu diametrul de 6—8 cm şi grosimea peretelui de 2—3 mm, din care se taie inele de 3—4 cm lăţime. La rîndul lor inelele se taie de-a lungul generatoarei. Cînd coeficienţii de dilataţie ai straturilor de sticlă diferă mult, capetele libere ale inelelor sau se depărtează între ele sau se apasă puternic, ceea ce denotă prezenţa tensiunilor şi pericolul de spargere a produselor.

Articole colorate în „degrade". Aceste articole se lucrează tot din sticlă suprapusă şi se caracterizează prin scăderea intensităţii culorii de la o extremitate la cealaltă a produsului, pînă cînd acesta devine incolor. Scăderea intensităţii de culoare se realizează prin subţierea progresivă a stratului colorat suprapus de la extremitatea intensă spre cealaltă. Metoda cea mai indicată pentru obţinerea acestui efect de culoare, constă în fasonarea prelungită a prizei de sticlă, prin încălziri succesive şi repartizarea stratului colorat cu ajutorul lingurii de lemn pînă la obţinerea acestui „degrade".

Articole din sticlă marmorată. Aceste produse se obţin prin combinarea sticlei opal cu bucăţi de sticlă de diverse culori. În acest scop, cu ţeava de suflat se culege o priză de sticlă opal, care se rulează pe o placă de netezire pe care s-au pus cioburi colorate cu dimensiunea de circa 4—8 mm. Se reîncălzeşte priza şi se acopere cu un strat de topitură incoloră. Priza aceasta se fasonează în mod obişnuit prin repartizare, presuflare şi suflare finală, dînd un produs cu aspect de marmură. Cioburile de sticlă colorată pot fi aranjate pe placa de netezire sub forma unor desene care se reproduc pe articolul finit.

Articole din sticlă filată. Prin combinarea de sticle colorate formate din una sau mai multe baghete, cu o băşică albă sau colorată se obţin articole din sticlă filată.

Fasonarea ore loc în modul următor :

Se pregăteşte o băşică de sticlă albă sau colorată care se ţine caldă. Paralel cu aceasta se încălzeşte pînă la înmuiere o baghetă de sticlă opal sau colorată. Cînd bagheta s-a înmuiat suficient, cu ajutorul cleştelui se trage din ea un fir, care se lipeşte de vîrful băşicii. Prin rotirea continuă în acelaşi sens a ţevii, firul din baghetă se lipeşte prin înfăşurare pe băşică, obţinîndu-se spirală de formă regulată. Operaţia se poate face cu mai multe baghete de

diferite culori, executîndu-se şi diverse combinaţii pe suprafaţa băşicii. Din băşica astfel obţinută se suflă obiecte de decor.

Articole din sticlă atlas (sticlă reticulară). Acestea se obţin ast-astfel : se pregăteşte o băşică din sticlă opal şi se presuflă într-o formă cu relief interior, obţinînd o băşică mai mare cu proeminenţe. În paralel dintr-o sticlă slab colorată se suflă o băşică, din care se pregăteşte o pîlnie al cărei diametru este cu circa 2 cm mai mare decît al băşicii cu proeminenţe. Se introduce aceasta în pîlnie şi se reîncălzeşte lipindu-se cele două straturi. Se obţine astfel o băşică stratificată cu bule de aer, ce provin din golurile care au existat între proeminenţe. Prin fasonare mai departe, din băşică se obţine un obiect de decor, în care bulele produc multiple efecte de reflexie şi refracţie, dînd articolului un aspect foarte frumos.

Prin mătuirea chimică a suprafeţei, aceste efecte măresc estetica produsului.

Articole din sticlă filigranată (millefiori). Acestea se obţin din baghete de sticlă colorată, în modul următor :

Într-o mică formă poligonală se presează o baghetă de sticlă colorată, după care se acopere cu un strat subţire de sticlă albă repartizată uniform. Baghete de diverse culori executate în acelaşi fel, se lipesc mai multe la un loc formînd un mănunchi din care, prin încălzire şi agitare se obţine o singură baghetă cu fire colorate în ea. În acelaşi scop se pot uni mai multe mănunchiuri, formînd un mănunchi mai voluminos, care se aplatizează şi se aplică pe articolul ce urmează a fi decorat.

Într-un mod asemănător cu acestea se execută articolele veneţiene, în care baghete de diferite culori se aşază în şanţurile interioare ale unei forme conice, după care se introduce în formă o băşică din sticlă incoloră, pe care se lipesc baghetele. Băşica astfel decorată se prelucrează în mod obişnuit prin reîncălzire şi agitare sau prin combinaţii de agitare cu diferite efecte, în funcţie de priceperea şi fantezia sticlarului.

Articole de sticlă givrată. Acestea se obţin astfel : băşica din sticlă albă sau colorată se introduce 2—4 s în apă la temperatura 10—15°C după care se reîncălzeşte din nou în cuptorul tobă şi apoi se suflă articolul dorit. Operaţia de introducere în apă şi reîncălzire se poate repeta de 2—3 ori. Prin aceasta suprafaţa produsului ia aspectul florilor de gheaţă, a căror mărime şi desime depinde de temperatura sticlei, temperatura apei şi durata de răcire. Pentru a mări efectul de decorare dorit, băşica, la scoaterea din apă, se introduce în rumeguş acoperindu-se pe toată suprafaţa şi după aceea se reîncălzeşte. Alteori pe suprafaţa băşicii se presară un praf fin colorat, după care se introduce în apă şi se reîncălzeşte suflînd ar-

ticolul. Praful colorat poate fi la rîndul său şi o combinaţie de mai multe culori, ceea ce contribuie la mărirea gradului de decorare.

Articole din sticlă irizată. Irizarea articolelor se face în general, imediat după suflarea sau fasonarea lor şi constă în tratarea suprafeţei lor cu vaporii unor săruri metalice. Operaţia se efectuează într-o cameră adecvată în care se degajă aceşti vapori. Ca săruri se întrebuinţează clorurile de staniu şi de titan combinate cu nitraţi sau carbonaţi de bariu şi stronţiu. Un amestec care dă rezultate bune, este format din clorură de staniu şi carbonat de bariu în părţi egale.

Irizarea este produsă de refracţia şi interferenţele razelor de lumină în stratul superficial, format prin acest tratament.

1.1.4. Defecte mai frecvente ce se pot produce la suflarea manuală. Cauzele şi prevenirea lor

Articolele au pereţii neuniformi.

Cauza: la presuflare sticla nu a fost bine repartizată. Pentru prevenire, la presuflare sticla trebuie repartizată mai bine lăsîndu-se mai lungă, iar la introducerea în formă ţeava se va apăsa puţin în jos.

Articolele prezintă la fund o crăpătură.

Cauza: fundul articolului nu a fost presuflat.

La suflare se va căuta ca mijlocul fundului să fie mai subţire decît marginea.

Articolele prezintă fisuri în pereţi.

Cauza: bruscarea formei la deschidere, sau lopata rece la transportul articolului. Se va deschide forma cu atenţie, iar lopata de purtat se va ţine caldă, îmbrăcîndu-se cu azbest sau sîrmă subţire.

Articolele au marginile slab conturate.

Cauza: suflarea în formă a fost prea slabă, sau sticla prea rece. Se va lucra cu sticlă mai caldă şi articolul se va sufla mai puternic în formă.

Articolele care au buza întoarsă prezintă crăpături pe buză.

Cauza: între buză şi peretele gîtului sînt goluri de aer. Fasonatorul va lipi buza de peretele gîtului cu atenţie, astfel încît să nu rămînă între ele goluri de aer.

Articolele prezintă bule, deşi sticla a fost bine afînată.

Cauza: pe băşică s-a depus praf din atmosferă sau de pe placa de netezire. Se va evita formarea prafului la locul de muncă şi se va şterge des placa de netezire.

Articolele sînt cu umărul strîmb.

Cauza: au fost scoase prea calde din formă sau la reîncălzire n-au fost învîrtite și s-au deformat. Articolele se vor ține mai mult în formă, iar la reîncălzire se vor învîrti continuu.

La articolele cu toartă sau talpă acestea se deslipesc.

Cauza: sticla la locul de lipire a fost prea rece sau murdară sau părțile lipite sînt de compoziții chimice diferite. Se vor verifica rețetele și se vor ține curate și calde locurile de lipire.

Articolele prezintă crăpături la locul de lipire a toartei.

Cauza: peretele articolelor a fost prea rece în momentul lipirii toartei. Se vor ține mai calde articolele la care se lipesc toartele.

1.1.5. Organizarea lucrului

Datorită marei diversități a articolelor care se execută la țeavă, componența echipei (scaunului) cum și repartizarea atribuțiilor muncitorilor componenți depind de complexitatea articolului ce se lucrează astfel :

— pentru pahare suflate, simple, o echipă se compune din trei suflători și doi bășicari. În cazul în care se lucrează la țeava cu clopot, echipa se compune numai din trei suflători ;

— pentru pahare cu picior și talpă echipa se compune din doi bășicari, doi suflători, unul-doi fasonatori, un lipitor, un formar ;

— pentru căni cu talpă tăiată și cu cioc, echipa de lucru se compune din doi bășicari, doi suflători, doi fasonatori, un formar, un reîncălzitor. La cei de mai sus, pentru fiecare echipă se mai adaugă unul-doi purtători, după numărul produselor și distanța de purtat.

Repartizarea atribuțiilor în cadrul echipei și chiar componența echipei trebuie să se bazeze pe studii ergonomice incluzînd cronometrări și fotografieri ale desfășurării lucrului, prin care să se asigure fiecărui component un grad de ocupare cît mai ridicat și cît posibil mai uniform. Numai în modul acesta se pot evita gîtuirile diferitelor locuri de muncă și obținerea unui grad de ocupare ridicat (94—96%) pentru întreaga echipă, care asigură și o productivitate ridicată.

Pentru buna desfășurare a activității productive o atenție deosebită trebuie acordată organizării locului de muncă. În acest sens, buna întreținere a sculelor și dispozitivelor de lucru, cum și rațională lor așezare pe platforma de lucru prezintă o mare importanță în realizarea atribuțiilor membrilor echipei și a unei productivități ridicate.

Înainte de începerea lucrului cu circa 10 min toate sculele necesare fasonării produsului trebuie aduse pe platforma de lucru.

Unele din ele se aranjează în jurul gurii de lucru a cuptorului, iar altele pe banca de ajustare lîngă cuptorul de reîncălzire,

În timpul lucrului, componenții echipei (cu unele excepții) se deplasează în jurul gurii de lucru a cuptorului.

Pentru a nu se crea încrucișări între muncitori în timpul lucrului, deplasarea lor se va face în flux, cu direcția de la dreapta spre stînga, avînd ca loc de pornire gura de lucru a cuptorului. Astfel, bășicarul după ce culege priza de sticlă, se deplasează spre stînga la placa de netezire, liberînd locul celorlalți componenți din echipă. După terminarea bășicii el revine prin stînga agățînd țeava în rastel și ia o țeavă liberă pentru o nouă priză.

Suflătorul, după ce culege cantitatea de sticlă necesară suflării articolului, se deplasează de la gura de lucru spre stînga la jgheabul de umezire. Terminînd presuflarea articolului se deplasează iar spre stînga la formă, iar de aici revine la gura de lucru tot prin deplasare spre stînga.

Respectarea acestei reguli de deplasare este necesară și pentru prevenirea accidentelor.

Țeava de suflat trece succesiv la mai mulți membri ai echipei pentru executarea diferitelor faze de lucru. Astfel ea trece la bășicar, suflător, detașator, iar pentru articolele care necesită ajustări la fasonator. Circuitul țevilor de suflat este schematic următorul : gura de lucru a cuptorului — bășicar — rastel — suflător — fasonator (pentru unele articole) — detașator — suflător — gura de lucru.

1.2. Fasonarea sticlei prin presare manuală

Fasonarea sticlei prin presare, procedeu foarte vechi, utilizat la început pentru un număr redus de articole mici, s-a etxins ulterior și la fasonarea altor produse mai mari și cu o gamă mai largă de utilizări.

1.2.1. Utilaje întrebuințate la presarea manuală

Primele utilaje de presare au fost presele manuale construite în secolul al 18-lea și care, modificate parțial, se mai folosesc și în prezent pentru fabricarea produselor de serie mică. Aceste prese sînt de două tipuri : presă cu arc și presă cu excentric (fig. 1.4). Ambele tipuri constau din scheletul presei, dispozitivul de acționare și dispozitivul de presare.

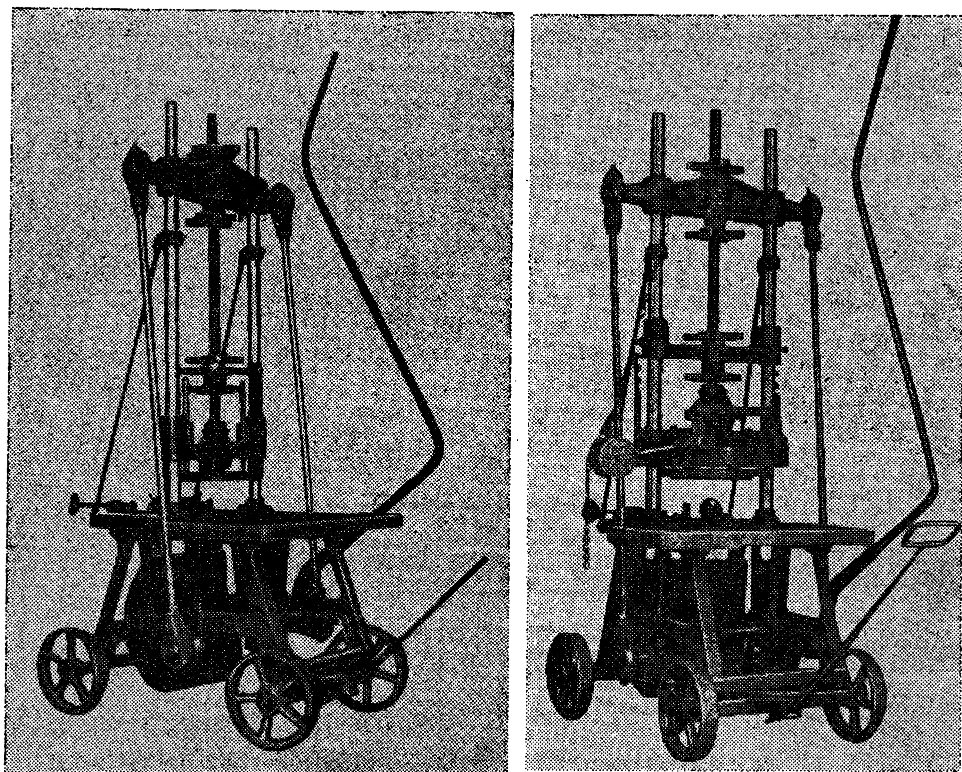


Fig. 1.4. Prese manuale :
a — cu arc ; *b* — cu excentric.

Scheletul presei se compune dintr-o placă de fontă montată pe un sistem de suporturi cu roţi pentru a putea fi deplasată la diferite locuri de muncă. Pe masă sînt fixate două coloane verticale şi un ax central, ce servesc la ghidarea deplasării suportului împreună cu poansonul. Sub poanson se aşază matriţa, al cărei ax trebuie să fie perfect centric cu axul poansonului.

Dispozitivul de acţionare la presa cu arc este format din două plăci între care sînt montate patru arcuri şi pîrghia de acţionare. La coborîrea acesteia plăcile împreună cu axul central coboară pînă cînd placa inferioară se aşază pe matriţă.

La presa cu excentric dispozitivul de acţionare este format din două plăci pe care se montează poansonul şi sub ele o altă placă de care se fixează ringul de acţionare. Dispozitivul de presare se

compune dintr-un sistem de articulații care transformă mișcarea de rotație a axului de sub presă în mișcare de translație, cu ajutorul a două bare laterale ce deplasează pe verticală dispozitivul de acționare.

Presarea propriu-zisă la presa cu arc se efectuează prin coborîrea manivelei care, acționînd placa superioară, comprimă arcurile și forțează poansonul să intre în masa de sticlă, spre a forma interiorul produsului. La presa cu excentric rolul arcurilor îl îndeplinește un excentric montat sub placă prin intermediul unor pîrghii acționate de coborîrea manivelei. Presa cu arc prezintă dezavantajul unui efort în plus pe care trebuie să-l depună muncitorul, pentru a depăși rezistența arcurilor.

Presele cu excentric, față de presele cu arc au avantajul că necesită un efort de presare mai mic.

1.2.2. Scule și dispozitive utilizate

Cea mai importantă sculă la fasonarea sticlei prin presare este matrița. Ea se compune din următoarele părți :

— corpul matriței cu mînerele ;
— fundul matriței ;
— ringul (inelul) ;
— poansonul (peglul).

Matrițele sînt de două feluri : care nu se deschid și care se deschid.

Primele se utilizează pentru obținerea produselor cu o configurație mai simplă, avînd corpul formei dintr-o singură piesă cu locașuri pentru ring, mînere, fund etc. Pentru articolele cu profil mai complicat, corpul matriței constă din 2—4 bucăți legate între ele prin șarniere cu bolțuri.

Ringul (inelul) se așază deasupra matriței intrînd parțial în locașul acesteia pentru a stabili grosimea articolului care se presează și a ghida intrarea poansonului în matriță.

Poansonul constă dintr-un corp masiv format din capul de fixare, locul de ghidare și capul fason. Capul de fixare servește la prinderea poansonului în ghiarele capului de presare, iar locul de ghidare servește la ghidarea poansonului prin inel în corpul matriței. Capul fason, a cărui formă reprezintă interiorul articolului fabricat, servește la imprimarea profilului interior al produsului.

Matrițele se confecționează, în general, din fontă cenușie care, însă, nu satisface decît parțial condițiile ce se cer pentru a obține produse de calitate.

Problemele privind construcţia şi exploatarea matriţelor este tratată detaliat în capitolul „Matriţe utilizate la fasonarea produselor de sticlă".

La fasonarea articolelor prin presare manuală se mai folosesc următoarele scule :

— fierul de început care este o bară cu lungimea totală de 1,8—2 m şi cu diametrul variind între 12 şi 16 mm, în funcţie de greutatea articolului. La un capăt este prevăzut cu un manşon de lemn, pentru protecţia mîinii muncitorului, iar la capătul care intră în cuptor are sudată o bară de oţel refractar lungă de circa 30 cm şi de acelaşi diametru, pe care se fixează un cap de şamotă rotunjit ;

— foarfecele de tăiat sticla ;

— cleştele pentru prindere ;

— fierul de lipit pentru reîncălzire ;

— lopata pentru fasonarea suprafeţei exterioare a produsului ;

— capul pentru fasonarea interioară ;

— furca sau cleştele pentru scos articolul din forme compuse ;

— arzătorul pentru menţinerea ringului la temperatura de lucru;

— suporturi fason pentru menţinerea formatului la articole mari.

1.2.3. Modul de lucru la fasonarea produselor de sticlă prin presare

Operaţiile procesului tehnologic de presare manuală se împart în următoarele grupe :

— culegerea prizei de sticlă ;

— presarea ;

— reîncălzirea ;

— fasonarea finală.

Culegerea prizei de sticlă. Această operaţie se execută de către culegătorul de priză (începător) cu ajutorul fierului de început pregătit în prealabil, care se introduce cu jumătate sau trei sferturi din capul de şamotă în sticlă. După aceasta, culegătorul începe să rotească fierul în sensul acelor de ceasornic, deplasîndu-l spre stînga, pînă culege o cantitate de sticlă suficientă articolului care se lucrează. Ridică apoi încet fierul, continuînd să-l învîrtească tot mai repede, pînă cînd priza nu mai este legată de masa de sticlă decît printr-un fir subţire care se şi rupe. În acel moment scoate fierul de început din gura de lucru şi rotindu-l spre stînga şi spre dreapta lungeşte priza omogenizînd-o.

Presarea. Priza de sticlă este adusă de culegător deasupra matriţei care a fost înainte pregătită.

Presarul taie cu foarfecele cantitatea de sticlă suficientă pentru presare şi împinge matriţa sub poanson, pînă se fixează între repere. Trage braţul presei în jos introducînd poansonul în sticlă pînă cînd simte rezistenţa acesteia ; ţine apăsat poansonul pînă la rigidizarea articolului spre a evita deformarea lui ulterioară. Ridică apoi poansonul, scoate ringul şi deschide matriţa, din care scoate articolul prin răsturnare sau cu cleştele de scos şi îl depune pe placa suport.

Pentru buna desfăşurare a lucrului este necesar ca presarul să respecte următoarele indicaţii :

— să aibă tot timpul matriţa bine încălzită ;

— să cureţe matriţa de cioburile care cad în ea, prin suflare cu aer comprimat ;

— să centreze bine corpul matriţei sub poanson făcînd unele verificări în timpul lucrului ;

— să ungă cu regularitate matriţa cu ulei ;

— să menţină ritmul de lucru cerut de aspectul produsului

— articolele cu concavităţi, care impun toleranţe mai mici, se vor depune pe suporturi fason, pentru a nu se deforma.

Reîncălzirea. Articolul de pe placa suport este luat cu cleştele cu ghiare sau prin lipire cu fierul de lipit şi încălzit în cuptoraşul de reîncălzire. Această operaţie are ca scop lustruirea termică a suprafeţei produsului, care la scoaterea din matriţă are un aspect mat datorită diferenţei de temperatură dintre sticlă şi matriţă, şi aducerea articolului la plasticitatea care să permită corectarea sau schimbarea formatului la fasonarea finală.

Fasonarea finală. Reprezintă operaţia prin care i se dă articolului presat şi reîncălzit formatul definitiv. La scoaterea din cuptoraşul de reîncălzire cînd articolul are plasticitate suficientă, fasonatorul cu sculele de fasonare pe care le are pregătite, corectează sau modifică formatul produsului prin fasonarea interioară şi exterioară pînă cînd articolul s-a rigidizat suficient spre a nu se mai deforma. După ce execută desprinderea articolului, acesta este dus la cuptorul de recoacere. Articolele cu format mai complicat şi cele care impun toleranţe mici nu se supun operaţiilor de reîncălzire şi fasonare finală, pentru a evita abaterea de la forma iniţială.

Pentru buna desfăşurare a lucrului fasonatorul va respecta următoarele recomandări :

— la încălzirea în cuptoraş, ghearele cleştelui nu trebuie să se înroşească ;

— lipirea articolului să se facă cît timp sticla este de culoare roşie ;

— atît la încălzire cît şi după scoatere din cuptoraş, fierul cu articolul lipit să fie încontinuu rotit ;

— la desprindere, articolul să fie suficient de rigidizat.

Procedeu combinat de producere a paharelor cu talpă şi picior. Acest procedeu constă din combinaţia între o echipă de suflat cupa paharului şi o echipă de presă, care presează piciorul cu talpa pe cupa suflată.

În acest scop se foloseşte o presă simplă utilizată în mod obişnuit în sticlărie cu forma compusă din două părţi care se pot separa. Partea inferioară a formei este o capsulă din două jumătăţi cu pereţi deschişi, pentru aşezarea stabilă a cupei suflate cu gura în jos. Capsula trebuie să fie suficient de consolidată pentru a suporta forţa de presare. Partea superioară este forma de presă propriu-zisă pentru presarea piciorului şi a tălpii paharului. Ea se compune din două sau trei secţiuni, care se leagă între ele prin şarniere. Fundul formei de presă are un orificiu egal cu diametrul piciorului prin care comunică cu capsula. Centrul acestui orificiu corespunde cu centrul fundului cupei.

Procedeul de lucru : se încălzeşte forma de presă şi se suflă cupa paharului avîndu-se grijă ca la desprinderea de pe ţeavă, vîrful cupei să fie apăsat înăuntru. Se introduce cupa în capsulă şi se aşază cu gura în jos, astfel ca centrul fundului să fie pe aceeaşi verticală cu centrul orificiului. Se introduce sticlă în forma de presă. Prin presare peglul forţează topitura să ia profilul piciorului şi tălpii şi să se lipească de centrul fundului cupei. Se deschide forma şi capsula şi se scoate paharul gata fasonat. Prin acest procedeu se realizează o productivitate mărită cu circa 300% faţă de procedeul cu execuţia manuală a piciorului.

1.2.4. **Organizarea lucrului**

O echipă de presat manual pentru articolele care nu se fasonează şi nu necesită reîncălzire, se compune din 4—5 lucrători şi anume : un culegător de priză, un presar, un ringar şi unul sau doi purtători.

La articolele care se fasonează şi deci necesită reîncălzire echipa se compune din 8—9 lucrători, completîndu-se cu încă un fasonator şi 2—3 reîncălzitori.

Atribuţiile în cadrul echipei sînt bine precizate, urmînd ca prin cronometrări şi fotografieri ale desfăşurării lucrului să se precizeze numărul purtătorilor şi al reîncălzitorilor, astfel încît să se asigure

un grad de ocupare ridicată și uniform pentru toți componenții. Tot în acest scop este indicat de a lua măsuri și pentru reducerea timpului de așteptare la rigidizarea produsului în corpul matriței prin lucrul cu două corpuri de matrițe, sau instalarea unui sistem de răcire la corpul matriței, la poanson și uneori chiar la rigidizarea produsului fasonat.

1.2.5. Defecte posibile la fabricarea articolelor prin presare manuală. Cauzele și prevenirea lor

Articolele pot prezenta atît pe suprafața interioară cît și pe cea exterioară ondulații sau valuri.

Cauza : matrița și poansonul sînt prea reci. Se vor încălzi bine ambele.

Suprafața articolelor nu este suficient de lucioasă, prezentînd un aspect mat.

Cauza : încălzirea insuficientă în cuptorul tobă. Se va prelungi timpul de reîncălzire sau se va ridica temperatura cuptorului tobă.

Articolele pot prezenta bavuri la gură.

Cauza : matrița n-a fost bine fixată sub excentric. Cînd se lucrează cu două matrițe, bavurile pot proveni din diferență de înălțime dintre ele. Se va verifico înălțimea matrițelor și modul lor de fixare.

Articolele pot avea grosime neuniformă a pereților.

Cauza : axul matriței și al poansonului nu sînt în aceeași linie. Se va centra bine poansonul cu ajutorul ghiarelor, precum și matrița față de poanson, prin reglarea cuțitelor de fixare.

La gura articolului apar firișoare verticale scurte.

Cauza : ringul este prea rece. Se va menține ringul suficient de cald.

Articolul este deformat.

Cauza : fasonatorul l-a desprins prea repede de pe fier sau purtătorul l-a luat prea repede de pe suportul fason, iar articolul nu era suficient de rigidizat. Articolul se va desprinde, sau se va lua de pe suportul fason, numai după ce și-a schimbat culoarea roșie.

Articolul poate avea un fir mai gros și lung de 1—3 cm.

Cauza : sticla prea rece la tăiere sau foarfecele nu a fost ascuțit. Se va ascuți foarfecele sau se va lucra cu sticlă mai caldă.

Articolul prezintă fisuri la fund sau la colțuri.

Cauza : scoaterea lui din matriță s-a făcut prea brusc. Se va scoate cu mai multă grijă.

Articolul prezintă bavură la locul de închidere a matriţei.

Cauza : matriţa este uzată sau nu a fost bine deschisă. Se repară matriţa şi se va strînge bine cu cheia.

Articolul prezintă nervuri mai lungi şi neregulate pe suprafaţă.

Cauza : matriţa este prea uzată. Se va rectifica sau înlocui matriţa.

Articolul se lipeşte de matriţă şi scoaterea lui este dificilă.

Cauza : matriţa este prea caldă sau nu a fost bine unsă. Se va mări debitul şi presiunea aerului de răcire şi se va unge mai des matriţa.

Fasonarea sticlei prin procedee semiautomate

2.1. Fasonarea la maşini semiautomate de suflat

În procesul îndelungat de dezvoltare a tehnicii de fasonare a sticlei procedeul de fasonare prin suflare la maşini semiautomate constituie o treaptă intermediară între fasonarea manuală şi fasonarea automată.

La maşinile semiautomate (fig. 2.1) s-au introdus operaţii mecanizate pentru presuflarea, suflarea finală şi formarea gurii articolului.

Această mecanizare prezintă avantajul faţă de lucrul manual, că permite înlocuirea muncitorilor de la suflarea la ţeavă, cu muncitori cu o calificare mai puţin pretenţioasă, asigurînd concomitent creşterea sensibilă a productivităţii muncii. Productivitatea maşinilor semiautomate este totuşi scăzută faţă de stadiul actual al tehnicii în industria sticlei, motiv pentru care se tinde la înlocuirea lor cu maşini automate, care elimină efortul fizic al muncitorilor, asigurînd în acelaşi timp indicatori tehnico-economici superiori. Maşinile semiautomate se menţin însă pentru articolele de serie mică, a căror fabricare este neeconomică la maşini automate.

Gama de sortimente care se execută la maşinile semiautomate cuprinde :

— butelii de la 100 la 2 000 ml ;
— flacoane cosmetice şi medicinale de la 5 la 1 000 ml ;
— borcane de la 25 la 10 000 ml şi alte articole.

Se utilizează mai multe tipuri de maşini semiautomate, dar toate au aceleaşi părţi componente principale şi anume :

— scheletul maşinii format dintr-o placă metalică dreptunghiulară (masa maşinii), montată pe un cadru cu patru roţi. Sub placă se află caseta de aer comprimat sau vid. Prin centrul casetei trece

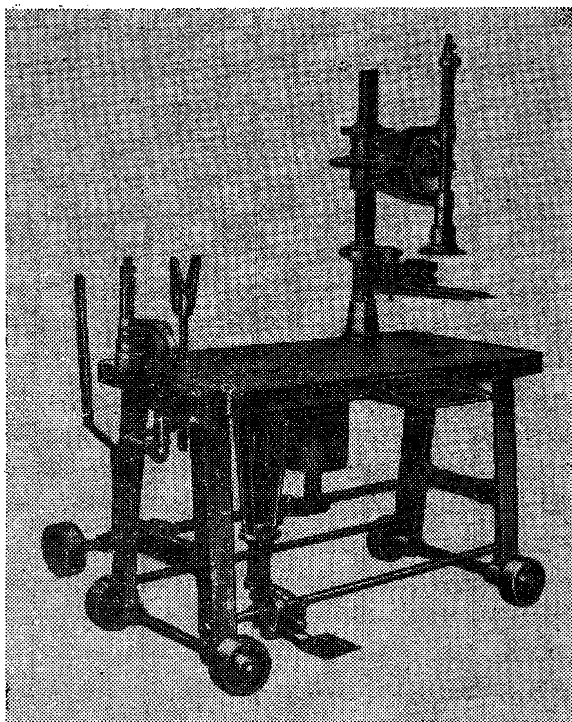


Fig. 2.1. Maşina semiautomată.

o tijă acţionată de o pedală cu braţe. La capătul superior tija este filetată pentru fixarea poansonului ;

— aparatul de distribuire a aerului comprimat şi a vidului, montat la capătul stîng al plăcii, care este un robinet cu trei căi, ce leagă caseta fie la conducta de aer comprimat, fie la conducta de vid ;

— platanele suport pentru formele finite, fixate pe o coloană filetată la exterior şi prin interiorul căreia circulă aer comprimat ;

— braţul cu furca în formă de U, fixat pe aceeaşi coloană.

Platanul cu braţul şi coloana filetată formează un singur corp, ce se poate roti.

2.1.1. Scule utilizate

Sculele pe care le foloseşte sticlarul la fasonarea sticlei cu maşinile semiautomate sînt următoarele :

— fierul de început ;
— foarfecele ;
— preforma ;
— forma finită ;
— cleştele de gură.

Fierul de început şi foarfecele sînt identice cu cele utilizate la presa manuală.

Preforma serveşte la presuflarea produsului şi se compune din : placa de bază care se fixează pe masa maşinii, poansonul şi corpul preformei format din una sau două părţi mobile, axate pe placa de bază. În locaşul dintre placa de bază şi corpul preformei se introduce cleştele de gură. Lungimea preformei variază de la 70 la 90% din lungimea formei finite, iar diametrul interior de la 50—70% din diametrul produsului finit. Cu preformele mai lungi şi de diametru mai mic se obţine o mai bună repartizare şi uniformizare a sticlei în pereţii produsului, dar necesită o precizie de lucru mai mare din partea culegătorului de priză.

Forma finită care are interiorul identic cu forma exterioară a produsului, se compune din : placa de fund, fundul mobil, două jumătăţi de formă, un bolţ conic la şarniere, o cheie excentrică şi două mînere.

Peretele preformei cum şi cel al formei finite au grosimea de 15—45 mm în funcţie de mărimea şi greutatea articolului ce se lucrează.

Cleştele de gură format din tablă, are între mînere un arc prin care se asigură menţinerea lui închisă. El serveşte la prinderea şi închiderea gurii de formă în trecerea semifabricatului din preformă în forma finită şi apoi la evacuarea produsului finit.

2.1.2. Descrierea fazelor de lucru la suflarea sticlei cu maşini semiautomate

Operaţiile la suflarea sticlei cu maşini semiautomate se împart în trei grupe principale : culegerea prizei de sticlă, presuflarea şi suflarea finală. Culegerea prizei din cuptorul de topire se face în mod asemănător, cu aceleaşi operaţii descrise la presarea manuală a sticlei.

Culegerea. Luarea prizei pentru suflare la semiautomate are totuşi unele particularităţi care se prezintă mai jos, în scopul de a fi bine însuşite de începătorul de la semiautomate. Acestea sînt următoarele :

— pentru butelii capul de şamotă va fi alungit ca o pară, iar pentru borcane va fi rotund ;

— după ce culegătorul a desprins priza de sticlă, va mai învîrti fierul de 1—2 ori în cuptor pentru dispariţia valurilor formate în timpul culegerii şi omogenizarea termică ;

— tot în acelaşi scop va mai învîrti fierul de 1—2 ori dar în sens invers, după scoaterea din gura de lucru ;

— pentru preformele lungi priza va fi alungită şi ascuţită ;

— sticla rămasă pe capul de şamotă după tăierea prizei, va fi lăsată în afara ringului, căci dacă se amestecă cu sticla care se culege, va forma neomogenităţi termice ;

— la culegere fierul de început va fi introdus puţin spre dreapta faţă de mijlocul ringului, lăsînd la stînga locul de desprindere ;

— la introducerea în preformă priza de sticlă trebuie să curgă de la sine, fără să lovească pereţii preformei ;

— la borcane priza va fi puţin apăsată, spre a fi absorbită de vid, după care fierul de început va fi ridicat pentru ca presuflătorul să o poată tăia cu foarfecele.

Presuflarea. Cînd priza de sticlă intră în preformă, presuflătorul ridică poansonul şi deschide vidul absorbind sticla în bacuri. Cînd sticla a umplut preforma pînă la semnul ce corespunde greutăţii articolului, taie priza şi netezeşte dunga de tăiere. La rigidizarea gurii, întrerupe vidul, coboară poansonul şi presuflă sticla cu aerul comprimat, pînă la nivelul preformei. Deschide apoi preforma şi presuflă mai departe, pînă cînd grosimea fundului ajunge la 8—10 mm. Ridică cleştele de gură şi agitîndu-l puţin îl întoarce cu gura în sus, apoi îl introduce în forma finită, împingîndu-l pe furcă pînă la capăt.

Presuflătorul va respecta următoarele indicaţii :

— curăţirea preformei cu peria la fiecare pauză ;

— menţinerea preformei în stare bine încălzită ;

— netezirea atentă a urmelor de la tăierea cu foarfecele ;

— la borcane sticla va fi presuflată în sus, aproximativ atît cît este diametrul cleştelui de gură ;

— cioburile de pe placa preformei se vor îndepărta prin suflare cu aer comprimat.

Suflarea finală (în forma finită). După introducerea cleştelui de gură pe furcă, suflătorul închide forma finită cînd sticla a ajuns la circa 1 cm de fundul formei şi deschide ventilul de aer comprimat pentru suflarea sticlei. Maşinile actuale au două sau trei forme finite pe placa rotativă. În modul acesta suflătorul nu mai aşteaptă pînă la răcirea corespunzătoare a produsului, pentru că acesta face o rotaţie completă în jurul axului maşinii, iar cînd ajunge din nou în dreptul său, produsul este suficient de rigidizat. Atunci el deschide forma finită, scoate cleştele de gură de pe furcă şi prin deschiderea acestuia depune produsul pe suport, de unde este preluat şi transportat la cuptorul de recoacere.

Suflătorul trebuie să respecte următoarele indicaţii :

— să nu trîntească jumătăţile de formă la închidere şi să nu le smucească la deschidere ;

— cînd învîrteşte formele să le prindă de mîner şi nu de cheie ;

— cînd se sparge un produs în formă, se desface furtunul de la capul suflător și se suflă bine cioburile cu aer comprimat ;

— la depunerea produsului pe suport, desprinderea se va face ușor și fără smucituri, pentru a nu fisura gura articolului.

Aerul necesor pentru suflat la o mașină semiautomată este de 1,5—2 at, iar consumul de circa 0,5 m^3/min.

Vidul necesar este de 40—50 mm Hg.

2.1.3. Organizarea lucrului

Echipa de lucru (scaunul) la mașinile semiautomate se compune din trei persoane și anume : culegător de priză (începător), presuflător și suflător. La aceștia se mai adaugă unul sau doi purtători, atunci cînd lipsește transportul mecanizat al produselor la cuptorul de recoacere. Atribuțiile echipei sînt repartizate între membrii ei ; pe lîngă atribuțiile directe se mai adaugă și operațiile pregătitoare ca aranjarea gurii de lucru a cuptorului, controlul mașinii și pregătirea sculelor. Pentru eliminarea timpilor morți din activitatea echipei, se impune preluarea lucrului din mers de la echipa precedentă și menținerea unui ritm de lucru ridicat fără stagnări. În modul acesta se obține o productivitate ridicată, cu pierderi tehnologice minime și fără a supune matrițele la șocuri termice dăunătoare.

Ritmul de lucru constant este mai indicat și pentru sticlari, fiind mai puțin obositor.

2.2. Fasonarea sticlei prin presare la prese semiautomate

Fasonarea prin presare semiautomată reprezintă o etapă intermediară între presarea manuală și presarea automată a sticlei. Operațiile care se mecanizează la această prelucrare sînt presarea propriu-zisă și schimbarea formelor, în timp ce culegerea prizei de sticlă și alimentarea formelor rămîne în continuare manuală.

Presa semiautomată (fig. 2.2) se compune dintr-o masă rotativă cu 4—6 forme de presare și 1—2 capete de presare cu pegluri montate deasupra mesei rotative. Presarea se execută cu aer comprimat de 2,5 at. Productivitatea unei astfel de prese, deși este mai mare decît a celei manuale, totuși este limitată de viteza posibilă de lucru a unui om (culegătorul de priză) care este de cel mult 10 culegeri de priză pe minut. Formația de lucru este ca și la presa manuală.

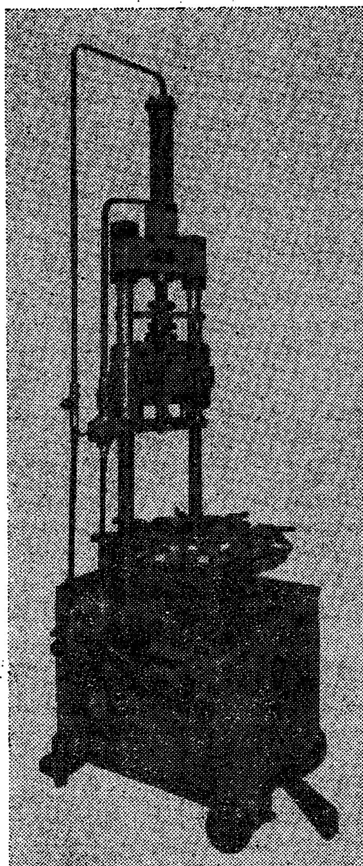


Fig. 2.2. Presa semiautomată.

2.3. Defecte care apar la prelucrarea sticlei cu mașini semiautomate. Cauzele și prevenirea lor

Cel mai răspîndit defect la suflarea articolelor cu mașini semiautomate constă în neuniformitatea grosimii fundului.

Cauzele acestui defect sînt :

— mașina așezată înclinat ;

— furca mașinii așezată în poziție înclinată ;

— trepidații în timpul lucrului.

Pentru remedierea acestui defect se aduce mașina în poziție orizontală cu nivela cu bulă de aer, la fel și furca și se fixează bine mașina pentru a nu trepida.

Articolele prezintă știrbituri și crăpături mici sub coroană. Cauza este uzura bacurilor datorită căreia, la presuflare, articolul rămîne cu mici proeminențe. La închiderea formei finite aceste proeminențe se rup provocînd știrbituri. Pentru remediere se vor înlocui bacurile uzate.

Fisuri la dungile de închidere a formei. Cauza o formează descentrarea formelor, datorită încălzirii lor prea mari sau uzurii bolțului. În acest caz, se va repara sau înlocui bolțul și se vor răci formele cu aer de ventilator.

Articolele prezintă mici fisuri la gură sub coroană. Cauza : diametrul gîtului formei finite mai mic decît diametrul gîtului preformei. Bacurile nu sînt bine șlefuite, iar muchiile lor sînt prea ascuțite. Pentru remediere se va face diametrul preformei mai mic cu 1 mm decît diametrul formei finite și se vor șlefui bine bacurile.

Produsele prezintă asperități pe suprafață sau au dungi pronunțate. Cauza este uzura mare a formelor atît pe suprafață, cît și la închidere. Se vor îndrepta formele sau se vor înlocui.

Fisuri pe marginea fundului. Cauza : fundul formei finite este supraîncălzit sau nu este curățat de deșeurile provenite din arderea uleiului. Pentru remediere se va curăța și se va răci cu aer de ventilator precum și prin ungere.

Valuri pe suprafața produselor. Formele sînt prea reci sau se lucrează prea încet. Pentru remediere se va lucra mai repede și se va slăbi aerul de răcire.

Obiectele prezintă mustăți deasupra coroanei. Cauza : poansonul este prea mic, situat prea jos, sau nu este bine centrat. Se va potrivi poansonul.

Peretele articolului prezintă dungi de îngroșare (sticla este ruptă). Cauza : sticla este neomogenă, temperatura sticlei este prea mică sau insuficient presuflată în preformă. Pentru remediere se va ridica temperatura sticlei din cuptor și se va presufla mai bine.

La presarea semiautomată pot să apară aceleași defecte cu cele descrise la presarea manuală.

Fasonarea sticlei la maşini automate

3.1. Generalităţi

Condiţiile grele de lucru la fasonarea sticlei, determinate de temperatura ridicată a pastei pe de o parte şi de volumul mare de manoperă pe de altă parte, la un nivel de îndemînare şi experienţă greu de dobîndit pentru executarea corectă a produselor, au determinat introducerea pe scară largă a mecanizării şi automatizării producţiei de serie a articolelor de sticlă.

Maşinile automate asigură o productivitate ridicată, concomitent cu execuţia corectă şi precisă a obiectelor de sticlă, utilizarea lor prezentînd avantaje certe de ordin tehnic şi economic pentru fabricarea produselor de serie mare. Ele execută ritmic, conform unui program bine determinat, toate operaţiile din ciclul de fabricare a unui obiect fasonat, de la alimentarea cu pastă de sticlă pînă la obţinerea produsului finit. Ritmul de funcţionare a maşinii, respectiv productivitatea ei, sînt determinate de viteza cu care se pot desfăşura principalele faze ale procesului şi anume faza de fasoanare şi faza de rigidizare a produsului. Din anul 1903 cînd a apărut prima maşină automată (maşina Owens) cu primul alimentator automat, a început o dezvoltare rapidă a acestor maşini, dezvoltare care a dus la maşinile moderne care produc articole de la cele mai simple pînă la cele mai complicate, cu productivităţi de la 15 mii pînă la 600 mii bucăţi în 24 h.

3.2. Criterii de clasificare a maşinilor automate

Maşinile automate pentru producerea obiectelor de sticlă se pot clasifica după următoarele criterii :

După modul de acţionare. După forţa motoare care le pune în mişcare, se deosebesc următoarele categorii :

— mașini automate pneumatice — acționate prin aer comprimat (mașina I. S. Lynch 10) ;

— mașini automate acționate mecanic prin intermediul diverselor mecanisme ca pîrghii, came etc. (mașina Roirant 7, Hartford 28);

— mașini automate acționate hidraulic prin lichide sub presiune (Lynch 44).

În construcția unei mașini automate complexe pot funcționa diverse tipuri de acționări ; mașina în ansamblu se încadrează în sistemul de acționare care predomină.

După sistemul de alimentare. Din acest punct de vedere mașinile automate se împart în :

— mașini alimentate prin vid (mașina Roirant A 6, Pöting AM 6/D) ;

— mașini alimentate prin fider (mașina Roirant R 7, I. S. etc.) ;

— mașini alimentate prin bandă continuă de sticlă (mașina Ribon, Corning).

După modul de fasonare a produselor. După acest criteriu se deosebesc următoarele categorii :

— mașini de fasonat prin simplă presare (toate presele automate) ;

— mașini de fasonat prin vid și suflare (mașina Roirant A 6) ;

— mașini de fasonat prin presare și suflare (mașina I. S., mașina Lynch I. P., Knox I. K., Lynch 44 etc.) ;

— mașini de fasonat prin suflare-suflare (mașina I. S., Pöting F. 14, Lynch 44, Roirant R. 7 etc. ;

— mașini de fasonat prin presare — suflare — rotire (mașina Hartford 28 etc.) ;

— mașini de fasonat prin suflare — rotire (mașina V. S. 24, J. B. 16 etc.).

După sistemul de construcție și de mișcare. Din acest punct de vede se deosebesc :

— mașini cu două mese și rotire intermitentă (mașina O'Neill, Llnch A, Lynch 10, Skoda AMCO etc.) ;

— mașini cu o singură masă și rotire intermitentă (mașina Lynch I. P., Lynch I. P. M., Knox I. K. etc.) ;

— mașini cu o singură masă și rotire continuă (mașina Roirant R 7, Olivoto, Hartford 28 ;

— mașini cu secțiuni așezate în linie (mașina I. S. ; Lynch 44 ; Pöting F 14, Putsch S. B. K. 22).

Din cele de mai sus, se constată marea varietate a mașinilor automate de fasonat topitura de sticlă, mașini care sînt în continuă perfecționare, pentru a produce obiecte cu un aspect cît mai plăcut, cu o rezistență cît mai mare și cu un preț cît mai mic.

În expunerea ce urmează se grupează maşinile automate în :

— maşini automate pentru butelii, flacoane şi borcane ;
— maşini automate pentru baloane mari ;
— maşini automate pentru pahare şi alte articole cu pereţi subţiri ;
— maşini automate pentru articole presate.

3.3. Alimentarea maşinilor automate

Automatizarea fabricării produselor de sticlă, mult timp a fost condiţionată de rezolvarea automatizării alimentării, operaţie extrem de importantă, de care depinde în mare măsură calitatea acestor produse.

Se cunosc în prezent patru sisteme de alimentare a maşinilor automate şi nume :

— alimentarea prin culegătorul cu bilă ;
— alimentarea prin absorbţie ;
— alimentarea prin fider cu picătură ;
— alimentarea prin bandă continuă.

3.3.1. Alimentarea prin culegătorul cu bilă

Culegătorul cu bilă constă dintr-un braţ de oţel refractar, prevăzut la un capăt cu o bilă de mulit sau alt material refractar, iar celălalt capăt este montat într-o instalaţie care poate deplasa braţul din gura cuptorului de topire pînă la maşina pe care o deserveşte. Acesta lucrează după principiul culegerii manuale a prizei. Deplasarea braţului cu bilă se efectuează cu ajutorul unei sănii, a cărei culisare poate fi reglată. Bila se roteşte la culegerea prizei, avînd o rotire de culegere, o rotire de rupere a firului şi o rotire de transport a prizei. După ce sticla a intrat în formă, este tăiată de foarfecele care a intrat în acţiune. Braţul cu bilă se deplasează apoi din nou spre gura cuptorului şi reia ciclul. Vitezele de rotire precum şi timpii de oprire dintre aceste mişcări se pot regla cu ajutorul unui releu de temporizare. Cursele culegătorului pot fi reglate pe verticală şi lateral. El poate fi utilizat la maşinile de presat, presat-suflat şi suflat-suflat. Caracteristicile culegătorului sînt prevăzute în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1

Caracteristicile culegătorului cu bile

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
Numărul de prize	buc/min	4—8
Greutatea prizei	g	20—2 000
Consum de curent	kW	2
Consum de aer	m^3/h	25—30
Presiunea aerului	at	6

3.3.2. Alimentarea prin absorbție

Principiul acestui sistem constă în absorbția topiturii de sticlă dintr-o chiuvetă rotativă, în preforma mașinii, prin vidul creat în această preformă.

Chiuveta rotativă este legată de bazinul de lucru al cuptorului printr-un jgheab, care servește la alimentarea continuă a chiuvetei. Chiuveta se află sub o boltă și se încălzește, pentru menținerea temperaturii necesare sticlei. Pentru prelucrarea sticlei fiecare preformă trece prin topitura de sticlă în care coboară cîțiva mm și prin vidul creat în interiorul ei, absoarbe cantitatea de sticlă necesară. Mișcîndu-se în continuare, se ridică deasupra nivelului sticlei, iar un cuțit taie firul de sticlă care mai unește sticla absorbită de cea din chiuvetă. Într-o variantă a acestui sistem, în bazinul de lucru al cuptorului, sub nivelul sticlei, este montat un disc rotativ din materialul refractar. Preforma absoarbe sticla în acest caz deasupra discului. Atît chiuveta cît și discul, prin rotația lor, asigură alimentarea preformelor cu topitură proaspătă și omogenă.

Preformele, avînd un volum constant, absorb aceeași cantitate de sticlă, asigurînd prin aceasta o greutate uniformă a produselor.

Avantajele acestei alimentări constau în :

— asigurarea greutății uniforme a produselor ;

— nu necesită răsturnarea bășicii după presuflare ;

— repartizarea bună a sticlei în pereții produsului.

Dezavantajele acestui sistem de alimentare sînt următoarele :

— consumul mare de combustibil ;

— reglarea dificilă a temperaturii în chiuveta rotativă ;

— uzura mare a preformelor ;

— dunga de tăiere care se observă sub forma unor asperități pe produsul finit.

Din aceste motive, utilizarea sistemului de alimentare prin absorbție este foarte redusă în prezent.

3.3.3. Alimentare prin fider cu picătură

Prin fider se înțelege un dispozitiv automat care are rolul de a alimenta mașinile automate de fasonare a sticlei cu prize de topitură denumite picături. Funcțiunile fiderului sînt următoarele :

— primirea masei de sticlă topită din bazinul de lucru al cuptorului ;

— omogenizarea termică a topiturii și condiționarea ei la temperatura necesară fasonării ;

— formarea picăturii de greutate, diametru și lungime bine determinate, în funcție de mărimea obiectului care se lucrează.

Deși ca sisteme și mărimi fiderile sînt diferite, în principiu ele au aceleași părți comune și anume :

— au sistem de încălzire cu arzătoare reglate automat pentru menținerea constantă a regimului termic necesar ;

— mecanism de formare a picăturii și alimentarea mașinii, care se compune din dispozitivul plungerului, cilindrului, pîlniei și foarfecelui ;

— sistem de acționare și de sincronizare cu mașina.

Acționarea fiderului poate fi pneumatică sau mecanică. Cele mai cunoscute tipuri de fidere sînt Emhart și Hartford.

Din punct de vedere constructiv fiderul constă dintr-un canal format din jgheab și chiuvetă, ambele din material refractar, montate într-un cadru metalic. Canalul acoperit cu o boltă tot din material refractar, mai are 1—2 registre care intră în topitură 2—3 cm, cu scopul de a opri trecerea stratului superior de topitură mai puțin afînat și un agitator pentru omogenizarea topiturii.

Fiderul poate fi echipat și reglat pentru alimentarea mașinilor automate cu simplă, dublă și chiar triplă picătură. În ultimii ani au fost realizate fidere cu încălzire electrică, care pot fi reglate mai precis din punct de vedere termic.

Modul de funcționare. După asigurarea jgheabului de scurgere și a bazinului de colectare a sticlei, coborîrea cilindrului la cîțiva milimetri de umărul chiuvetei și montarea pîlniei, începe să curgă șuvița de sticlă (fig. 3.1).

Se pornește cilindrul și plungerul, apoi foarfecele după asigurarea modului de răcire.

Se fixează viteza, greutatea și lungimea picăturii, prin reglarea cursei plungerului, a foarfecelui și ridicarea sau coborîrea cilindrului.

Cu acestea fiderul intră în regimul de lucru stabilit.

În ultimii ani, pentru unele procedee de lucru foarte pretențioase din punctul de vedere al calității produselor sau al greutății

picăturii, a fost creat un nou sistem de fider încălzit electric, placat la interior cu foiță de platin și la care dispozitivele plungerului, cilindrului și pîlniei sînt înlocuite cu un tub de platin-rodiu, ce asigură suvița de sticlă din care foarfecele taie picătura (fig. 3.2.)

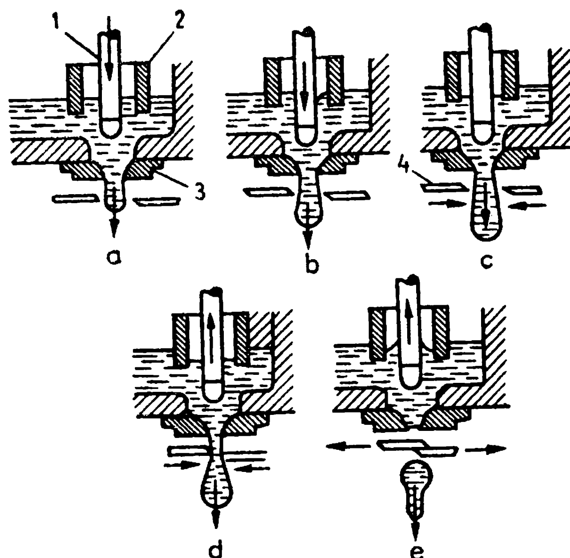


Fig. 3.1. Schema formării picăturii :
1 — plunger ; *2* — cilindru ; *3* — farfurie ; *4* — foarfece ; *a* — intrarea sticlei în farfurie ; *b* — lungirea picăturii ; *c* — coborîrea plungerului ; *d* — tăierea picăturii ; *e* — căderea în preformă.

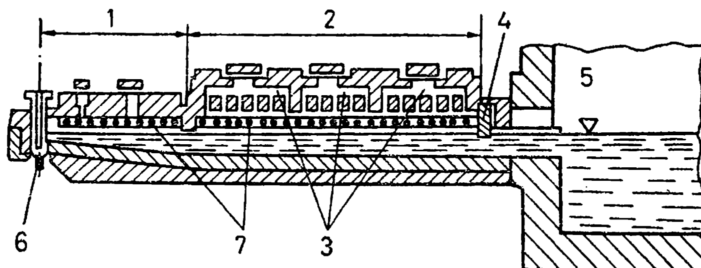


Fig. 3.2. Secțiune prin fider :
1 — zona de egalizare termică ; *2* — zona de condiționare termică ; *3* — sistem de condiționare ; *4* — registru separator ; *5* — nivelul sticlei în vană ; *6* — orificiul cuvetă ; *7* — guri de arzătoare.

Întrucît în stadiul actual de dezvoltare, fiderele sînt prevăzute cu diferite sisteme foarte perfecționate din punctul de vedere al reglării parametrilor de funcționare la cele mai pretențioase cerințe, procedeul de alimentare prin picătură s-a impus, fiind cel mai răspîndit procedeu de alimentare a mașinilor automate.

Tabelul 3.2

Caracteristicile fiderului

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
Lungimea	m	2—10
Lățimea interioară	m	0,4—1,0
Temperatura de lucru	°C	1 090—1 250
Viteza de lucru	picături/min	6—360
Greutatea picăturii	g	10—3 600

3.3.4. Alimentarea prin bandă

În acest sistem alimentarea constă tot dintr-un plunger care împinge topitura de sticlă din canalul de alimentare prin orificiul de evacuare și dintr-un sistem de role care prin rotirea lor formează din sticla evacuată o bandă continuă.

Alimentarea prin bandă continuă este foarte puțin răspîndită, fiind utilizată numai la mașinile de foarte mare productivitate Corning-Ribon existente în S.U.A.

3.4. Mașini automate pentru butelii, flacoane și borcane

3.4.1. Mașina Lynch A

Este o mașină ce lucrează pe principiul suflat-suflat, fiind acționată pneumatic (fig. 3.3). Se compune din două mese rotative, dințate pe circumferință, susținute fiecare de cîte un montant puternic, bine fixat pe placa de bază a mașinii.

Mesele rotative sînt angrenate de către o roată intermediară, care le rotește sincronizat în același sens.

Pe prima masă se montează turelele în care se fixează preformele, iar pe cealaltă turelele în care se fixează formele finite. Pe lîngă acestea mai sînt dispozitivele care execută mișcarea meselor

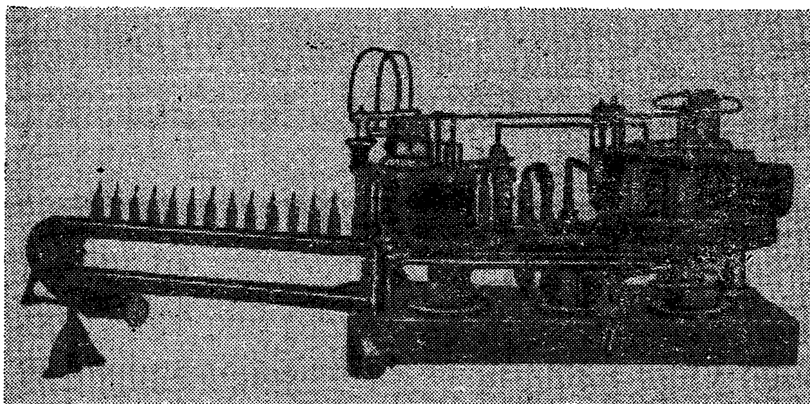


Fig. 3.3. Maşina Lynch A.

rotative, închiderea şi deschiderea formelor, blocarea şi deblocarea formelor, mişcarea dispozitivelor de suflat etc.

Maşina este plasată cu preformele spre cuptor, astfel ca axa primei poziţii a preformelor să treacă prin centrul pîlniei fiderului. În această poziţie forma se află cu gura în jos împreună cu forma de gură, iar poansonul se află sub ele. Picătura de sticlă intră în formă prin pîlnie şi este presată de aerul comprimat prin capul suflător. După această operaţie capul suflător se ridică, pîlnia se deplasează într-o parte şi poansonul coboară, iar masa rotativă se roteşte cu 60°, în care timp forma primă împreună cu forma de gură se roteşte cu gura în sus, oprindu-se în poziţia următoare. În această poziţie fundul formei închide partea inferioară a preformei, iar la partea superioară prin capul suflător care se aşază pe forma de gură, se suflă aer comprimat pînă se obţine băşica. După suflarea băşicii capul suflător se ridică şi fundul formei coboară, iar masa rotativă mai face o rotaţie de 60° ajungînd în poziţia *3*. În această poziţie preforma se deschide, iar băşica suspendată de cleştele de gură este preluată de forma finită.

După o nouă rotire de 60° a mesei rotative, băşica ajunge în poziţia *4*, unde este suflată cu aer comprimat pentru definitivarea fasonării şi rigidizare.

După altă rotire de 60° forma finită ajunge în poziţia *5*, unde se continuă suflarea de rigidizare cu aer comprimat. În aceast timp preforma ajunge în poziţia *5'*, unde se roteşte cu 180°. Masa rotativă continuînd să se rotească ajunge în poziţia *6*, unde forma finită se deschide, iar produsul finit este luat de ghiară şi depus pe banda de

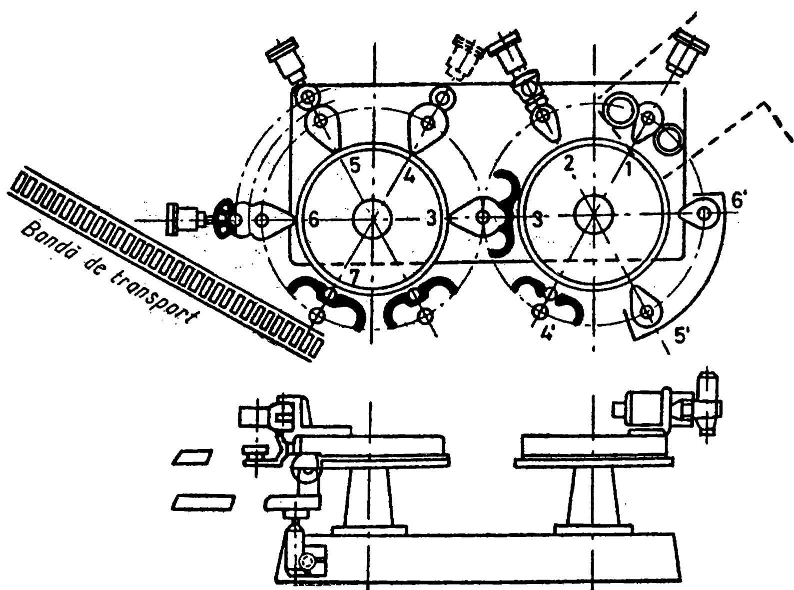


Fig. 3.4. Schema de funcționare a mașinii Lynch A.

transport. În același timp preforma cu gura în jos a ajuns în poziția *1* sub pîlnia fiderului, pentru a primi o nouă picătură (fig. 3.4). Produsele finite sînt transportate mai departe la cuptorul de recoacere.

Ulterior mașinii i s-au adus următoarele completări :

— suporturi de fund și poanson de gură la fiecare preformă ;
— fasonarea gurii prin vid ;
— capete suflătoare individuale pentru formele finite ;
— dublarea picăturii.

Cu aceste perfecționări producția mașinii a crescut sensibil, îmbunătățindu-se și calitatea produselor. Mașina poate fi construită pentru 6 preforme și 6 forme finite, precum și 8 preforme și 8 forme finite.

În general mașina produce articole de 200—3 800 cm³.

Pentru articole de 15—180 cm³ se utilizează mașina Lynch B, care funcționează în mod similar cu cea descrisă, fiind însă de dimensiuni mai mici.

Capacitatea de producție a acestor mașini este dată în tabelul 3.3.

Productivitatea mașinilor Lynch A și B

Produsul	Capacitatea cm³	Productivitatea buc/h	Mașina
Butelii :	1 000	650	Lynch A
	500	850	Lynch A
	250	1 000	Lynch A
Flacoane :	180	1 050	Lynch B
	100	1 300	Lynch B
	50	1 400	Lynch B

3.4.2. Mașina automată Roirant A 6

Aceasta este o mașină cu șase brațe care se alimentează prin absorbție, aspirînd priza de sticlă în preformă.

Se compune din două mese rotative sincronizate care se mișcă intermitent, fiind angrenate pentru a se roti în sensuri opuse. Pe prima masă, care se află spre cuptor, sînt montate preformele, iar pe cealaltă masă formele finite. La fiecare mișcare a mesei o preformă coboară și se cufundă în topitura de sticlă, în vederea absorbției cantității de sticlă necesară pe care o transferă apoi la forma finită.

Acționarea mașinii se face mecanic prin intermediul dispozitivului „crucea de Malta", fiind pusă în mișcare de un motor electric cu variator de viteză.

Fiecare deplasare a meselor este de cîte 60°.

Alimentarea mașinii prin absorbție se realizează dintr-o vană rotativă cu mișcare intermitentă corelată cu rotirea meselor și alimentată la rîndul ei din bazinul de lucru al cuptorului printr-un jgheab de scurgere. În vederea menținerii nivelului sticlei cît mai constant, jgheabul este prevăzut cu două registre pentru reglare.

Procesul tehnologic de fabricație (fig. 3.5.) se desfășoară astfel :

După ce masa rotativă a făcut o mișcare de 60° ajunge în poziția *1* unde preforma coboară și se cufundă cîțiva mm în masa de sticlă. Prin aspirarea aerului din preformă, aceasta se umple complet de pastă de sticlă. Îndată ce s-a terminat aspirarea preforma se ridică, iar un cuțit alunecă razant la capătul inferior al preformei și taie vîna de sticlă. Masa se rotește din nou și ajunge în poziția *2*, unde un fund-tampon închide orificiul de aspirație a sticlei. Poansonul se ridică puțin, dînd posibilitate aerului comprimat să sufle în golul produs de poanson.

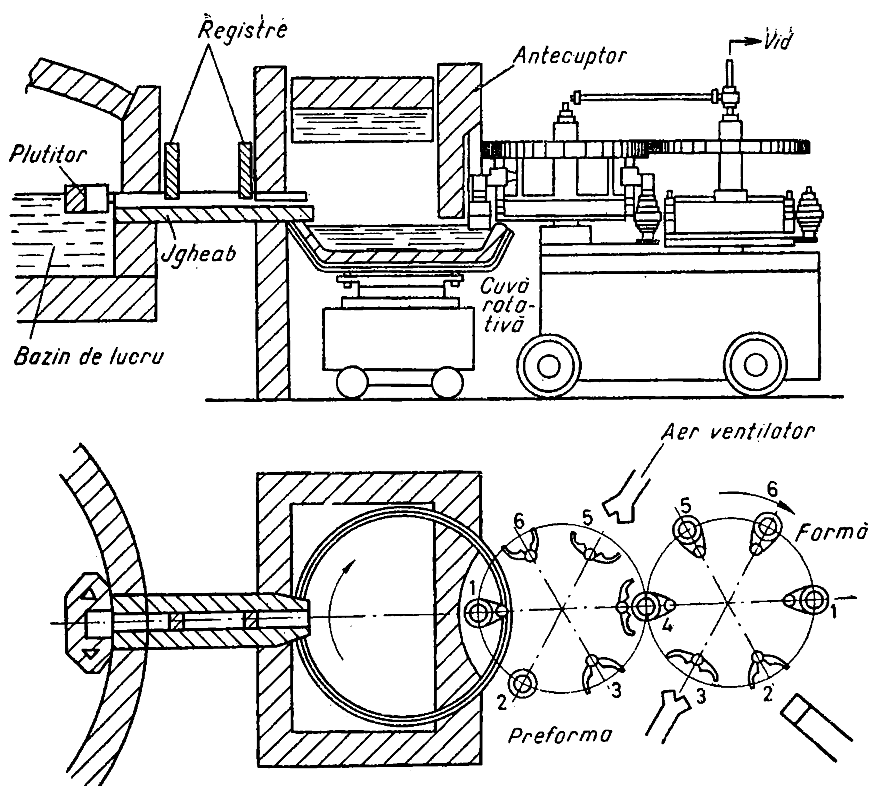


Fig. 3.5. Schema de funcționare a mașinii Roirant A 6.

După o nouă mișcare masa ajunge în poziția *3*, unde preforma se deschide, iar bășica suspendată de cleștele de gură și sprijinită pe alt fund-tampon, este suflată cu puțin aer comprimat. Aerul comprimat se reglează astfel, ca golul produs să nu depășească 1/3 din lungimea bășicii. După altă mișcare preforma ajunge în poziția *4*, unde se deschide și cleștele de gură, ce predă bășica formei finite. Cînd forma finită ajunge în poziția *5*, începe suflarea bășicii prin aspirarea aerului dintre bășică și preformă. În poziția *6* se continuă această suflare. În poziția *7* forma finită se deschide, iar articolul rigidizat este împins de un braț pe jgheab, spre cuptorul de recoacere. Preforma după ce a predat bășica în poziția *4* ajunge în poziția *5'*, unde este răcită cu aer de ventilator și apoi în poziția

6' unde este pulverizată cu aer comprimat şi ulei. De aici ajunge iar în poziţia *1*, unde coboară pentru o nouă alimentare.

Omogenitatea termică a pastei de sticlă din cuva rotativă este deranjată de contactul preformelor cu sticla, de tăierea vînei care se întinde din preformă şi de vîna caldă ce vine din bazinul de lucru.

Pentru a nu fi influenţată calitatea produsului, unghiul de rotaţie al cuvei rotative este diferit de cel al maşinii, astfel că preformele aspiră sticlă din acelaşi loc al cuvei numai după patru rotaţii. În modul acesta se asigură reomogenizarea topiturii de sticlă absorbită de preformă.

Caracteristicile de producţie ale maşinii sînt redate în tabelul 3.4 din care se poate constata variaţia vitezei de lucru în funcţie de mărimea produselor.

Tabelul 3.4

Caracteristicile de producţie ale maşinii Roirant A 6

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
a) Domeniul de producţie al buteliilor:		
capacitate	cm	250—2 000
înălţime	mm	150—360
Φ maxim la butelie	mm	120
Φ la gură	mm	36—60
b) Productivitate	buc/h	800—1 300
c) Consumuri:		
Aer de compresor de 1—3 kgf/cm²	m³/h	70
Vid de 85 %	m³/h	900
Aer de ventilator de 200—365 mm H_2O	m/³h	20 000
Energie electrică	kW	60
d) Randament de fabricaţie	%	85—88

3.4.3. Maşina automată Lynch W.M. — 10

Este o maşină acţionată pneumatic, alimentată prin picătură şi care lucrează prin procedeul presat-suflat.

Se compune, în principal, dintr-o masă rotativă cu 10 forme şi din sistemele de acţionare şi reglare a diverselor mişcări. Masa rotativă cu preformele aşezate deasupra formelor finite, se roteşte intermitent.

Fazele procesului tehnologic de fabricaţie (fig. 3.6) sînt următoarele :

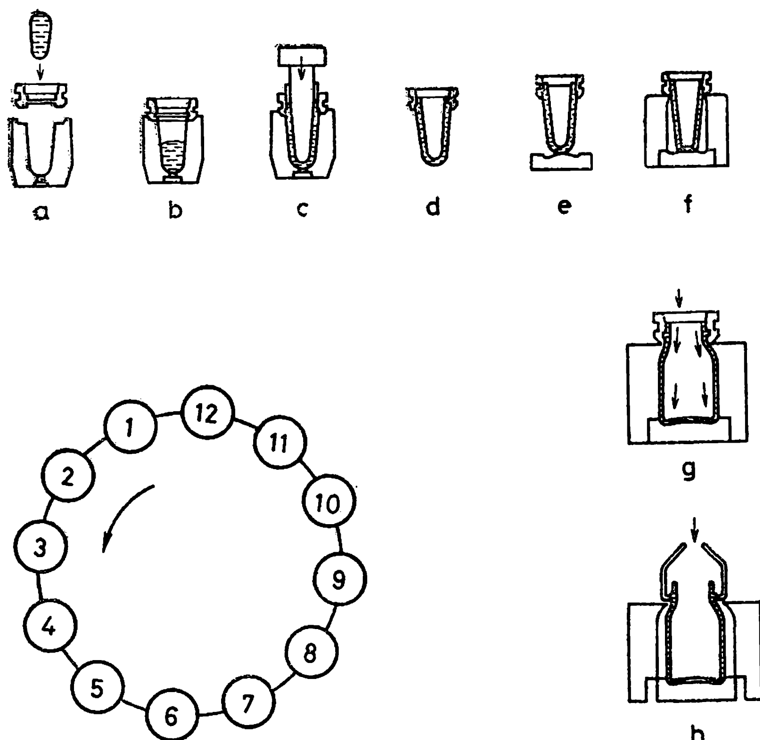


Fig. 3.6. Schema de funcţionare a maşinii Lynch W.M. 10.

În poziţia *1* alimentarea preformei cu picătura de sticlă primită din pîlnia fiderului, după aşezarea inelului de gură deasupra preformei (detaliile *a* şi *b*).

În poziţia *2* poansonul coboară în preformă şi presează sticla formînd gura produsului la dimensiunile finite şi peretele băşicii (detaliul *c*). După presare poansonul se ridică, preforma se îndepărtează şi se ridică fundul formei finite, iar masa se roteşte ajungînd în poziţia *3*. Băşica rămasă liber atîrnată de gura formei, se întinde sub greutatea proprie pînă la forma de fund (detaliile *d* şi *e*). Masa rotindu-se mai departe ajunge în poziţia *4*. Aici forma finită se închide în jurul băşicii şi are loc prima suflare (detaliul *f*). În poziţiile *5* şi *6* au loc următoarele etape de suflare pentru fasonarea produsului la dimensiunile finite (detaliul *g*).

În poziţia *7* se face răcirea produsului în vederea rigidizării formatului (detaliul *g*).

În poziția *8* forma finită se deschide, iar produsul este scos cu ajutorul unei gheare (detaliul h).

În poziția *9* are loc suflarea de răcire a formelor și apoi închiderea lor. În poziția 10 preforma se închide pentru a începe un nou ciclu de fabricație.

Cu această mașină se lucrează produse cu gura largă, cum sînt borcanele. Caracteristicile de producție ale mașinii sînt prevăzute în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5

Caracteristicile de producție ale mașinii Lynch M.W.10

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
a) Domeniul de producție pentru borcane:		
Capacitate	cm^3	100—2 000
Φ maxim	mm	120
H maxim pînă la gît	mm	200
b) Productivitate	buc/min	20—50
c) Utilități:		
Aer de compresor de 2,8 kgf cm^2	m^3/min	5,5
Aer de ventilator de 250 mm H_2O	m^3/min	240

3.4.4. Mașina automată de flacoane Pöting A.M.6/D

Este o mașină cu acționare mecanică, alimentată prin absorbție și care lucrează prin procedeul suflat-suflat cu rotire continuă.

Se compune din batiu, masa rotativă formată dintr-un ax central cu brațe și sistemul de distribuire a vidului și aerului comprimat. Are șase posturi de lucru. Fiecare post este format din preformă, formă finită, cuțit de tăiere a sticlei și tacheți individuali de comandă. Preformele sînt așezate deasupra formelor finite pe masa rotativă, care se rotește continuu în timpul fabricației cu o viteză de 1,8—8 rot/min. Mișcările de închidere, deschidere, urcare și coborîre a formelor, preformelor precum și a cuțitului de tăiere se realizează cu ajutorul sistemului de came fixe și tacheți mobili. Fiecare post de lucru mai este dotat cu formă de gură și cap de absorbție suflare, ceea ce le oferă o independență de funcționare.

Procesul de producție se desfășoară continuu. Cînd preforma trece pe deasupra cuvei coboară cu circa 50 mm, intrînd în topitura de sticlă 3—5 mm și absoarbe cantități de sticlă necesară. Preforma mișcîndu-se în continuare se ridică, iar cuțitul taie sticla de la fundul ei, revenind apoi în poziție inițială. Preforma trecînd de cuvă începe să se deschidă, iar forma finită ridicată se deschide și ea. De la deschiderea preformei cînd priza de sticlă a rămas suspen-

dată în gura de formă, se produce presuflarea prizei cu ajutorul aerului, pînă cînd bula de aer formată ajunge la circa 1/3 din lungimea prizei.

În continuare forma finită se închide preluînd bășica, după care începe suflarea definitivă a produsului, cu ajutorul vidului.

Aceasta se termină la deschiderea formei de gură, cînd forma finită cu produsul coboară în planul vertical. Pe acest parcurs preforma începe să se închidă, iar cînd ajunge deasupra cuvei coboară pentru o nouă absorbție. După coborîre forma finită continuă să se deplaseze, pînă începe să se ridice, și se deschide, lăsînd flaconul rigidizat să cadă pe un jgheab, spre banda de transport a cuptorului de recoacere. După ridicare forma finită va prelua o nouă bășică de la preformă, repetîndu-se ciclul de fobricație.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt cele prezentate în tabelul 3.6.

Tabelul 3.6

Caracteristicile de producție ale mașinii Pöting

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Domeniul de producție pentru flacoane		
capacitate	cm^3	5—250
Φ maxim	mm	85
H maxim pînă la gît	mm	200
Productivitate	buc/24 h	24 000—60 000

3.4.5. Mașina automată Schwartzkopff K.S. 6

Este tot o mașină cu acționare mecanică, alimentată prin absorbție, care lucrează prin procedeul suflat-suflat cu rotire continuă.

Se compune din șașiu, dispozitivul mecanic de comandă, calea de rulare cu camele și tacheții de comandă, corpul cilindric pentru distribuirea aerului comprimat și din grupul rotativ de șase posturi. Cele șase posturi au independență de funcționare, care le permite să lucreze articole ale căror dimensiuni, greutate și format pot să varieze pînă la o anumită limită și anume 25 mm la înălțime și 30% la greutate. Posturile de lucru pot fi individual demontate pentru reparație și înlocuite cu postul de rezervă.

Ca mod de funcționare seamănă cu mașina Pöting A.M. 6/D, cu deosebirea că ea poate lucra și cu forme duble pentru capacități pînă la 50 cm^3.

Mașina poate produce articole cu capacitate de 5—500 cm³. Capacitatea de producție variază pentru forme simple de la 20 000—70 000 buc/24 h, iar pentru forme duble de la 98 000 la 114 000/24 h.

3.4.6. **Mașina automată Putsch 23**

Aceasta este o mașină cu trei secțiuni în linie, alimentată prin fider și acționată pneumatic, care lucrează prin procedeul presat-suflat (fig. 3.7.). Se compune din următoarele părți :

— sistemul preformelor și formelor finite ;

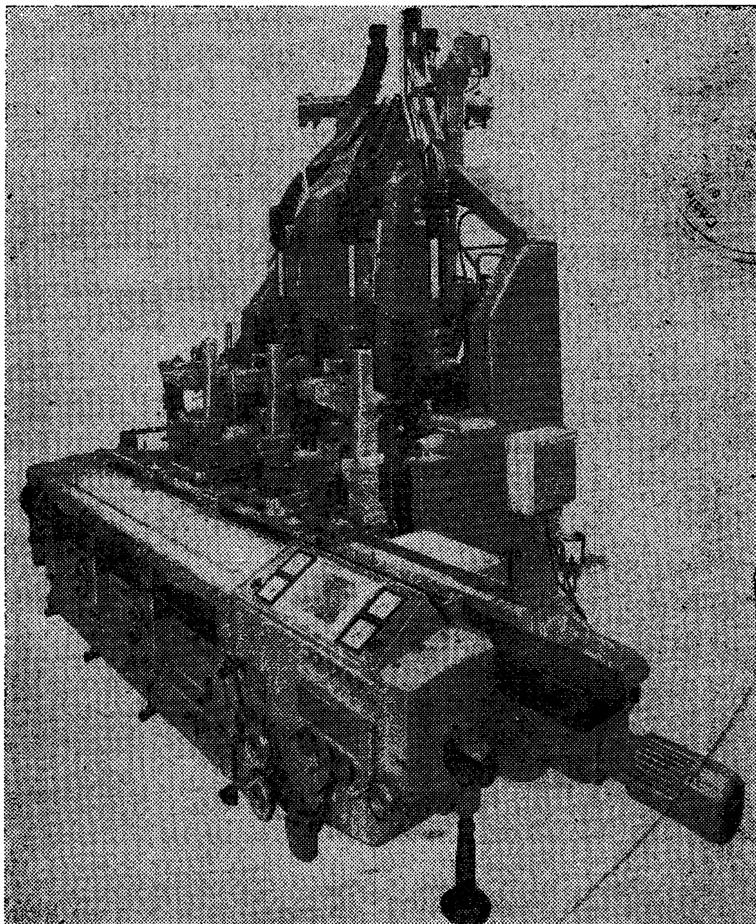


Fig. 3.7. Mașina Putsch 23.

— sistemul de acţionare a preformelor ;
— sistemul de pîrghii de comandă ;
— sistemul de braţe pivotante ;
— sistemul de circulaţie şi de reglare a aerului tehnologic ;
— instalaţia de conducte pentru vid ;
— sistemul de gradare în trepte a presiunii de suflare definitivă.

Funcţionarea braţelor pivotante care fac transferul băşicii din preformă în formă finită, se poate regla prin ventile speciale după necesităţile articolului. Mişcarea de pivotare a capului de suflare se realizează cu un piston pneumatic.

Modul de funcţionare a maşinii este următorul :

Picătura de sticlă din pîlnia fiderului cade prin sistemul de jgheaburi în preformă. Imediat după cădere, capacul închide preforma, iar aerul comprimat prin capac presează picătura în cleştele de gură, pentru formarea gurii produsului. În continuare urmează suflarea băşicii, cu aer comprimat. După terminarea acestei suflări, capacul preformei se deplasează lateral, preforma se deschide şi băşica rămîne susţinută în cleştele de gură, prins în braţul pivotant. Acesta execută o rotaţie de 180° şi predă băşica formei finite, care imediat se închide. În această poziţie cleştele de gură se deschide, iar braţul pivontant revine la poziţia iniţială în preformă, pentru a primi o nouă picătură. După ce băşica a fost prinsă prin gîtul ei în forma finită, începe să se alungească. În acelaşi timp capul de suflare se fixează pe formă şi începe suflarea definitivă a articolului. După terminarea suflării definitive forma se deschide, iar produsul este prins de gheara pneumatică, ce îl scoate şi-l depune pe un taler de răcire. De aici o clapă îl împinge pe banda de transport, care-l duce la cuptorul de recoacere.

Caracteristicile de producţie ale maşinii sînt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7

Caracteristicile de producţie ale maşinii Putsch 23

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Diametrul maxim al gurii articolului	mm	68
Diametrul maxim al corpului articolului	mm	120
Lungimea articolului pînă la gură	mm	90—320
Număr de picături	buc/min	10—30
Randament	%	85
Aer comprimat de 3,5 atm	m^3/min	4,2
Vid de 90%	m^3/min	2,5
Aer de ventilator 300 mm H_2O	m^3/min	120
Curent electric	kW	1,5

3.4.7. **Mașina automată Roirant R.7**

Această mașină (fig. 3.8) cu funcționare continuă, acționată mecanic și alimentată prin fider, este destinată fabricării buteliilor de serie mare.

Se compune din următoarele părți :

— masa rotativă pe care sînt fixate periferic formele finite în suporturile lor. Mașina este prevăzută cu șapte seturi de forme, fie-

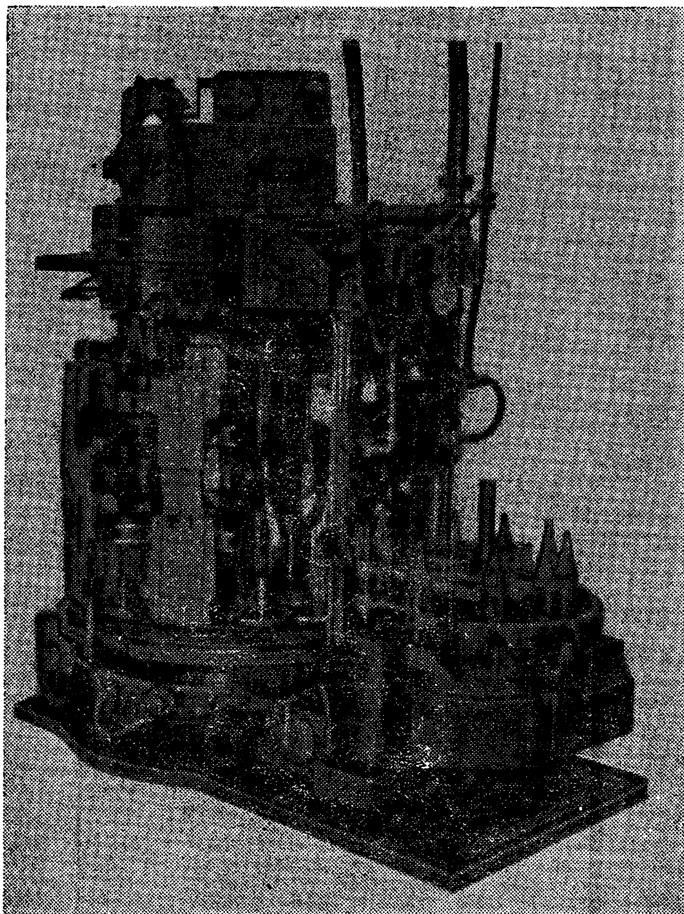


Fig. 3.8. Mașina Roirant R.7.

care set fiind format din : pîlnie, preformă, cleşte de gură şi formă finită. Preformele sînt aşezate deasupra formelor finite ;

— masa rotativă mică situată la acelaşi nivel cu prima masă şi care serveşte la răcirea fundurilor buteliilor primite din maşină ;

— mecanismul de acţionare a maşinii format dintr-un grup moto-variator, un dispozitiv de angrenare cu came care asigură toate mişcările maşinii ;

— instalaţia de răcire a formelor şi buteliilor ;

— instalaţia de gresaj automat dotată cu injectoare de înaltă presiune ;

— mecanismul de sincronizare a maşinii cu fiderul ;

— tabloul de comandă cu aparatura de comandă şi control a maşinii.

Funcţionarea maşinii (fig. 3.9) se desfăşoară în felul următor :

În poziţia *1* preforma primeşte picătura de sticlă de la fider, prin pîlnia montată deasupra ei. Cînd picătura pătrunde în preformă, ea este absorbită cu vid în cleştele de gură, aşezat în partea inferioară a preformei, în vederea formării gurii buteliei. După trecerea picăturii pîlnia se retrage, iar fundul preformei o acoperă.

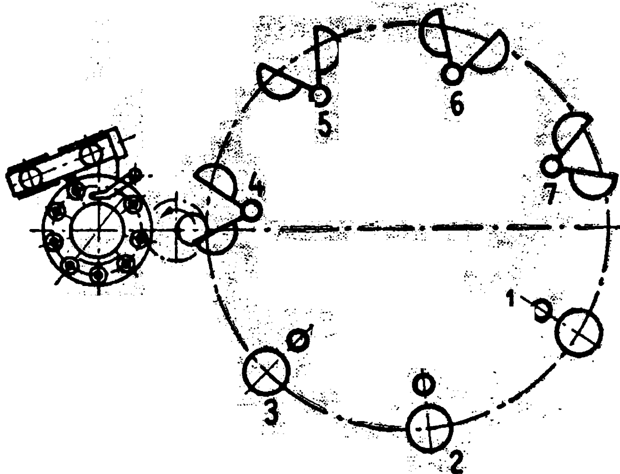


Fig. 3.9. Schema de funcţionare a maşinii Roirant R.7.

Preforma fiind acum închisă, începe presuflarea picăturii cu ajutorul aerului comprimat. Această presuflare continuă şi în poziţiile *2* şi *3*, pînă cînd băşica ajunge aproape de fundul preformei. În dreptul poziţiei *4*, fundul preformei se ridică, iar preforma se deschide. În-

tre pozițiile 4 și 5 cleștele de gură cu bășica începe să se rotească de sus în jos în planul vertical al mașinii și după ce face o răsturnare de 180° este preluat de forma finită, care se găsește dedesubt și care, între timp, s-a deschis.

După preluarea bășicii forma finită se închide și din poziția 6 începe formarea buteliei, prin vidul care se creează între bășică și pereții formei. Această operație de fasonare definitivă a buteliei începe în poziția 7 și continuă în pozițiile 1, 2 și 3, prin creșterea intensității vidului.

3.4.8. Mașina automată Roirant S.10

Ultimul tip de mașină Roirant este S.10. Ea lucrează pe aceleași principii funcționale ca și mașina Roirant R.7, de care se deosebește prin faptul că are 10 posturi de lucru (tabelul 3.8).

Capacitatea medie de fabricație a mașinilor R.7 și S.10 se calculează cu următoarea formulă :

pentru simplă picătură $V_m = \frac{48\,000}{340 + g}$

pentru dublă picătură $V_m = \frac{84\,200}{396 + g}$

V_m fiind numărul mediu de butelii pe minut, iar
g greutatea buteliei în grame.

Randamentul mașinii este de 85% pentru dublă picătură și 90% pentru simplă picătură.

Tabelul 3.8

Caracteristicile de producție ale mașinilor Roirant R7 și S10

Denumirea	Unitatea de măsură	Simplă picătură		Dublă picătură	
		R. 7	S. 10	R. 7	S. 10
Diametrul exterior maxim al gurii	mm	40	40	32	32
Diametrul maxim al corpului	mm	90	90	70	70
Înălțimea totală	mm	160—372	120—300	160—372	120—300
Numărul de bucăți	buc/min	26—65	35—94	56—128	94—170
Aer comprimat de 0,8—3 kgf/cm²	l/min	4	12	7	16
Aer de ventilator de 500—600 mm H_2O	m³/s	8	12	9	13
Aer de ventilator de 120—220 mm H_2O	m³/s	2,5	5	2,5	5
Vid de 85%	l/min	16	23	28	33
Consum total de energie electrică	kW	120	200	175	275

3.4.9. Maşina automată Lynch 44

Este o maşină universală pentru fabricarea articolelor suflate dispusă în linie cu 2—4 secţiuni care pot lucra independent, alimentată prin picătură şi acţionată hidraulic. Poate să lucreze prin procedeul presat-suflat sau suflat-suflat, cu o singură picătură sau cu dublă picătură.

Fiecare secţiune are trei poziţii de lucru simultane : poziţia primară, de suflare şi de predare.

Folosirea sistemului hidraulic prezintă următoarele avantaje :

— dirijarea mai bună a mecanismelor la viteze mari ;

— lichidul de comandă nefiind compresibil, acţionează instantaneu ;

— acţionarea hidraulică asigură mişcare fără şocuri.

Construcţia maşinii este însă foarte complicată, fapt ce se răsfrînge asupra costului ei mult mai ridicat.

3.4.10. Maşina automată I. S. Hartford

Aceasta este o maşină cu acţionare pneumatică, alimentată prin fider şi care este formată din secţiuni statice independente, aşezate în linie (fig. 3.10).

Maşina poate avea de la una la zece secţiuni, fiecare secţiune avînd două poziţii de funcţionare, una pentru preformarea produsului şi cealaltă pentru formarea definitivă. Secţiunile fiind independente, maşina poate lucra concomitent produse diferite ca format, dar cu greutate şi viteze de lucru egale. Maşina poate lucra prin procedeul suflat-suflat sau presat-suflat cu simplă, dublă sau triplă picătură.

Maşina I. S. Hartford se compune din următoarele subansambluri de bază :

— batiul maşinii care serveşte ca suport pentru mesele secţiunilor şi implicit a mecanismelor, cum şi pentru arborele principal de antrenare ;

— mecanismul de închiderea şi deschiderea preformelor şi formelor finite, care este acţionat pneumatic ;

— mecanismul dispozitivelor de prindere şi sprijinirea preformelor şi formelor finite ;

— tamburul de reglare-cuplare şi blocul de ventile care comandă mişcările mecanismelor şi desfăşurarea întregului proces de obţinere a produselor, fiind considerat centrul de comandă al maşinii ;

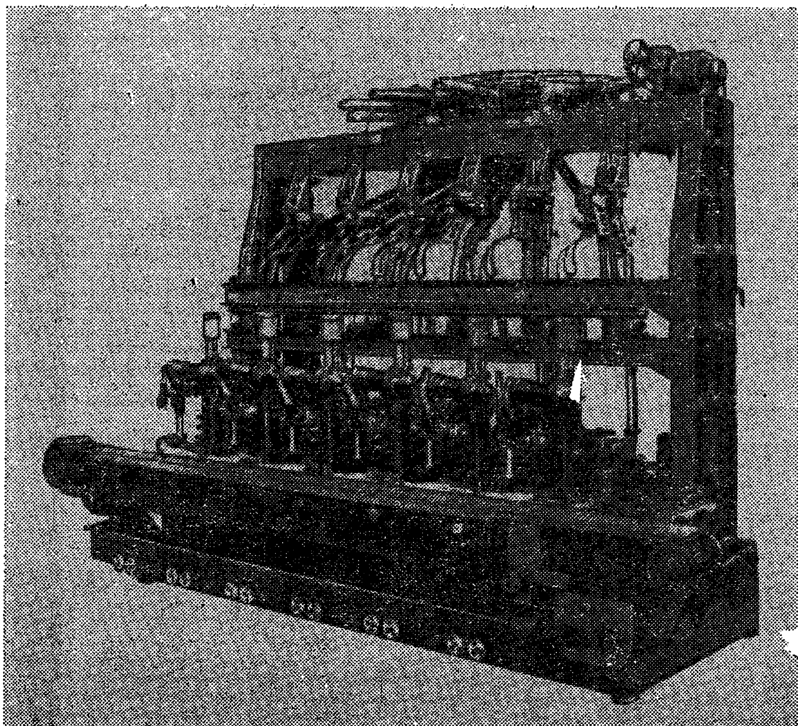


Fig. 3.10. Vedere generală a mașinii I.S. Hartford cu 6 stațiuni.

— mecanismul sistemului de jgheaburi, care are rolul de a transmite picătura de sticlă de la pîlnia fiderului pînă în preformă și care se compune din jgheabul superior, mijlociu și inferior ;

— mecanismul inelului picăturii care servește la ghidarea picăturii în preformă, pentru obținerea condițiilor constante de încărcare ;

— mecanismul fundului preformei ce formează fundul bășicii și alimentarea cu aer pentru formarea gurii produsului ;

— mecanismul peglului care dirijează mișcările peglului în vederea formării gurii produsului și alimentarea cu aer de presuflarea bășicii ;

— mecanismul formei de gură care servește la executarea mișcării de rotire cu 180°, pentru ducerea și plasarea formei de gură de la preformă la forma finită și înapoi ;

— mecanismul capului de suflare, care realizează suflarea definitivă a bășicii preformate, transformînd-o în produs finit ;

— mecanismul greiferului care prin brațul și capul de greifer preia articolele gata finisate din forma finită și le depune pe placa de răcire.

Ca anexe ale mașinii sînt banda de transport a produselor la cuptorul de recoacere și echipamentele de trecere de la simplă la

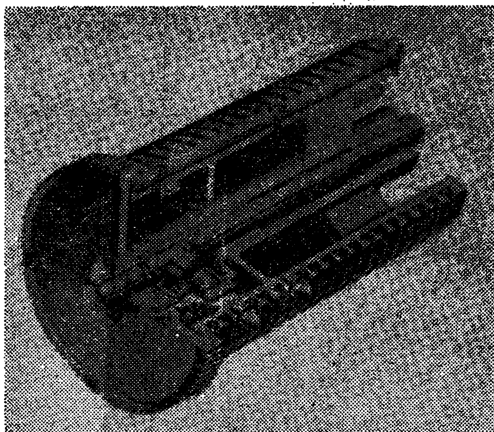


Fig. 3.11. Tamburul de reglare-cuplare.

dublă sau triplă picătură și de la procedeul suflat-suflat la presat-suflat.

Sincronizarea mașinii I.S. cu fiderul se face prin utilizarea sistemului Selsyn, care prin motoare cu inele colectoare și rotoare identice asigură această sincronizare (fig. 3.11).

Ungerea suprafețelor de glisare și frecare ale mașinii I. S. se asigură prin utilizarea următoarelor sisteme de ungere :

— gresoare de ulei reglabile cu indicarea nivelului ;

— sistemul de ungere Bijur pentru mecanismul jgheabului superior, arborele de antrenare și tamburul de cuplare ;

— sistemul central de ungere automată pentru toate mecanismele și lagărele mașinii, inclusiv fiderul și benzile de transport.

Modul de funcționare. La închiderea preformei cleștele de gură și peglul se găsesc la baza preformei în vederea formării gurii, iar inelul de picătură este așezat deasupra. Picătura de sticlă după ce a fost tăiată de foarfece, trece prin inelul de picătură care o conduce în preformă (detaliu fig. 3.12, *a*). Imediat după intrarea picăturii în preformă, fundul acesteia este pivotat cu ajutorul unui braț

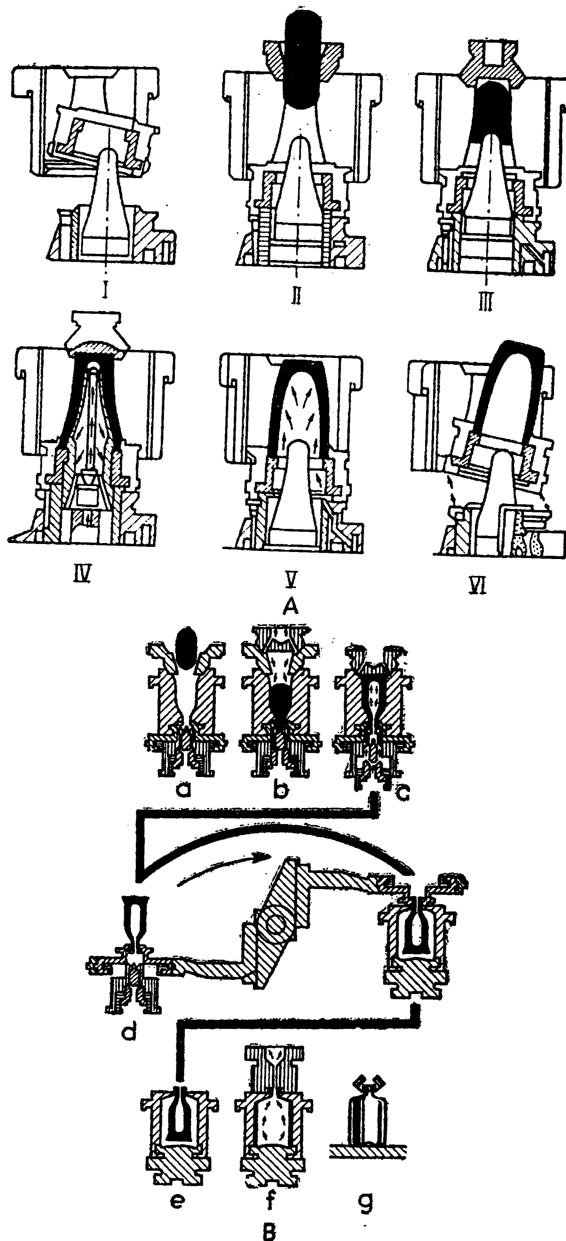


Fig. 3.12. Fazele de fasonare la mașina I.S. prin procedeul presat-suflat *(A)* și suflat-suflat *(B)*.

deasupra inelului de picătură, în vederea primei suflări care apasă picătura de sticlă în jos, fasonînd astfel gura articolului (detaliul *b*). După o suficientă suflare a formatului gurii, fundul preformei se ridică, iar inelul de picătură pivotează lateral. Fundul preformei revine și închide preforma la partea de sus. În această poziție are loc suflarea preliminară cu aer comprimat în vederea formării bășicii (detaliul *c*).

După terminarea formării bășicii, fundul preformei pivotează într-o parte și preforma se deschide. Bășica cu gura în jos este ținută numai în cleștele de gură, fixat în brațul de inversare. În continuare bășica este transferată printr-o rotire de 180° a brațului lui de suflare (detaliul *f*). După terminarea suflării definitive forma finită se închide (detaliul *d*). După închiderea formei finite cleștele de gură se deschide, iar bășica se așază cu inelul gurii pe muchia superioară a formei finite. Brațul de inversare împreună cu cleștele de gură revine apoi din nou la baza preformei, pentru a demara un alt ciclu de formare a bășicii. Rămasă în forma finită, bășica se alungește datorită greutății sale (detaliul *e*). Concomitent cu alungirea bășicii este pivotat deasupra formei finite capul de suflare. Prin aceasta se face suflarea definitivă a bășicii preformate, transformînd-o în produs finit. La articolele mai groase, în același timp cu suflarea definitivă, are loc și un efect de răcire prin circulația aerului de suflare (detaliul *f*). După terminarea suflării defintive forma finită se deschide, iar produsul rămîne pe placa de fund a formei. În această poziție, brațul greiferului pivotează spre forma finită și prinde, cu ajutorul ghiarelor, produsul pe care îl ridică și îl depune pe placa de răcire (detaliul *g*). După o răcire eficientă care să asigure rigidizarea suficientă a produsului, acesta este împins cu ajutorul brațului raclet pe banda de transport, care îl duce la cuptorul de recoacere.

În cazul procedeului presat-suflat, utilizat la obținerea produselor cu gura largă, fazele de fasonare sînt aceleași. În pozițiile *a, b* și *c* intervine însă o mică modificare, în sensul că peglul de diametru mic, care servește la formarea gurii, este înlocuit cu un peglu mai lung și diametru mai mare. După cum se poate vedea în fig. 3.12 detaliul *I* prezintă reîntoarcerea cleștelui de gură în preformă pentru a primi picătura de sticlă. În continuare preforma se închide cu cleștele de gură în partea inferioară și peglul puțin ridicat prin forța arcului (detaliul *II*). Picătura, căzînd în preformă, se oprește între vîrful peglului și fundul preformei care închide preforma deasupra. Peglul este la nivelul începutului cursei sale de presare (detaliul *III*). În faza următoare peglul presează sticla care coboară pînă la cleștele de gură, fasonîndu-se prin această presare

în mod definitiv gura produsului. În acest timp, peglul este răcit continuu, prin aerul care circulă în interiorul lui (detaliul *IV*). După presare peglul se retrage în jos, permițînd intrarea aerului comprimat pentru menținerea bășicii, precum și îndepărtarea plăcii de fund (detaliul *V*). În continuare, preforma se deschide și bășica presuflată este gata pregătită pentru trecerea în forma finită, unde are loc suflarea definitivă (detaliul *VI*).

Caracteristicile de funcționare ale mașinii sînt prezentate în tabelele 3.9, 3.10 și 3.11.

Tabelul 3.9

Limitele dimensionale ale produselor obținute cu mașina I.S.6

	Domeniul de producție	Simplă picătură	Dublă picătură
Procedeul suflat-suflat (gît îngust)	Înălțimea maximă fără gură	324 mm	273 mm
	Diametrul maxim al corpului	165 mm	90 mm
	Diametrul maxim al gurii	89 mm	53 mm
Procedeul presat-suflat (gît larg)	Înălțimea maximă fără gură	241 mm	220 mm
	Diametrul maxim al corpului	165 mm	92 mm
	Diametrul maxim al gurii	120 mm	83 mm

Tabelul 3.10

Productivitatea mașinii I.S.6

Greutatea în grame	Număr de bucăți pe minut			
	Cu gît îngust		Cu gît larg	
	Simplă picătură	Dublă picătură	Simplă picătură	Dublă picătură
pînă la 30	95	170	—	—
50	71	126	77	146
100	62	112	74	129
200	53	98	63	103
500	41	62	41	—
1 000	28	—	24	—
1 500	18	—	18	—

Tabelul 3.11

Consumurile mașinii I.S.6

Denumire consum și caracteristici	Utilizare	U/M	Procedeu suflat–suflat	Procedeu presat–suflat
			Simplă și dublă picătură	Simplă și dublă picătură
Aer comprimat de 3,2 kgf/cm^2	Acționare și răcire	Nm^3/h	1 200–1 300	1 550–1 600
Aer de răcire: de 600 mm H_2O pentru articole peste 120 g de 480 mm H_2O pentru articole sub 120 g	Răcirea formelor și benzii de transport	Nm^3/h	27 500	
Vid de 80–90%	Absorbția picăturii	Nm^3/h	600	
Energie electrică	Acționare	kW	4,5	

Ultimul tip de mașină I. S. 8 prezintă următoarele îmbunătățiri față de I. S. 6 :

— înlocuirea sistemului de jgheaburi mobile pentru alimentare printr-un sigur alimentator circular, care distribuie picăturile jghea-
— înlocuirea tamburilor rotativi printr-un singur tablou de co-
burilor fixe ;
mandă electronic ;

— înlocuirea sistemului de sincronizare electrică (motor P.I.V. generator) pentru ansamblul alcătuit din fider, mașina, mecanismul de scoatere a produselor din forma finită, conveier și bandă de transport, prin reglaj electronic al ventilelor de comandă de la un panou montat lîngă cuptorul de recoacere. Prin aceste îmbunătățiri s-a simplificat și s-a redus mult sistemul de sincronizare și acționare a mecanismelor mașinii.

De asemenea, prin înlocuirea sistemului de jgheaburi s-a eliminat zgomotul produs de mișcarea acestora. Perfecționările aduse au ameliorat mult condițiile de muncă ale operatorilor de la aceste mașini și au permis creșterea diametrului maxim al corpului produselor la dublă picătură de la 90 la 111 mm. De asemenea, înălțimea

maximă a crescut la suflat-suflat de la 273 la 342 mm, iar la presat-suflat de la 220 la 254 mm. În general, prin trecerea de la simplă la dublă picătură producția crește cu 80—100% prin trecerea de la dublă la triplă picătură cu 40—50% prin trecerea de la 6 secțiuni la 8 secțiuni cu 30—33%.

3.5. Mașini automate pentru baloane mari

3.5.1. Mașina automată B.B.3

Este o mașină cu rotație discontinuă și acționare mecanică alimentată prin aspirație și utilizată la producerea baloanelor mari.

Se compune din următoarele părți :

— batiul mașinii montat pe patru roți ;

— platoul superior ;

— platoul inferior ;

— mecanismul de acționare ;

— sistemul de alimentare cu aer, vid, energie electrică.

Platoul superior susține cele două preforme ale mașinii, montate deasupra capetelor respective de aspirație. Platoul are o mișcare de rotație discontinuă, cu șase poziții de oprire repartizate fiecare la 60°.

Pe batiul mașinii sînt montate forma intermediară și forma finită. Deasupra acestora se află un cleşte cu trei alveole reglabile, care asigură transferul produsului între stadiile de fabricație. Acționarea mașinii se face prin came, angrenaje și scripeți, mișcate de un grup motovariator montat pe platoul inferior al mașinii.

Funcționarea mașinii este prezentată schematic în fig. 3.13. Platforma în mișcarea rotativă se oprește în poziția *1* deasupra cuvei rotative. În acel moment preforma respectivă coboară și intră în topitura de sticlă cîțiva mm, aspirînd cantitatea de sticlă necesară obținerii produsului finit. La ridicare, cuțitul taie razant vîna de sticlă ce cade în cuvă, iar preforma se deplasează în poziția *2*.

Prin rotirea mai departe a platformei, preforma cu sticlă ajunge în poziția *3*, fiind sprijinită pe fundul de preformă. După o altă rotație de 60° a mesei rotative, preforma ajunge în stadiul *I*. Aici

preforma se deschide, iar cleştele cu alveole prinde gîtul băşicii şi după deschiderea formei de gură se retrage cu băşica pe care o depune în forma intermediară (stadiul I_1). Imediat după depunere, forma intermediară se închide şi are loc suflarea băşicii, după care

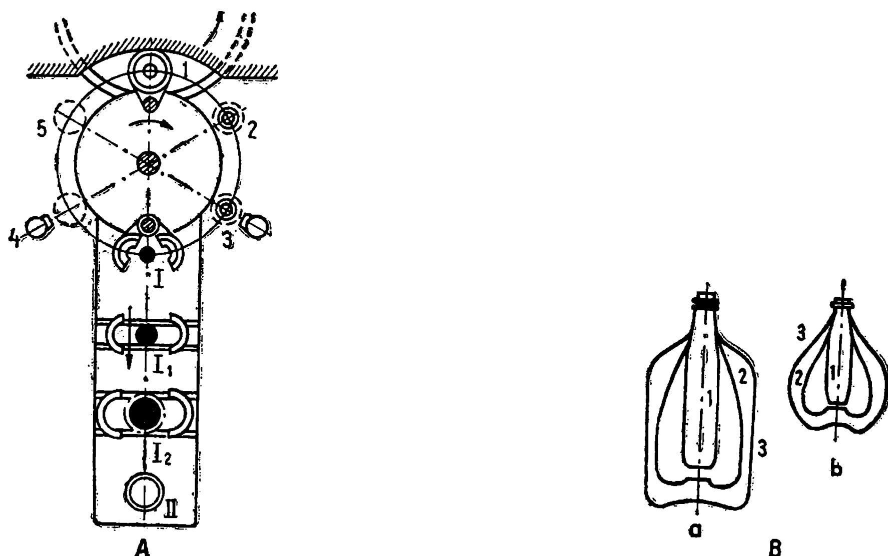


Fig. 3.13. Schema le funcţionare a maşinii Roirant BB_3 :
A — fazele de fabricaţie ; *1* — aspiraţia prizei ; *2* — presuflarea primă ; *3* — presuflarea a doua ; *I* — predarea băşicii ; I_1 — suflarea intermediară ; I_2 — suflarea finală ; *II* — placa de predare ; *B* — aspectul a două produse în cele trei stadii : *1* — aspectul în preformă ; *2* — aspectul în forma intermediară ; *3* — aspectul în formă finală.

se deschide din nou permiţînd cleştelui cu alveole să prindă gîtul semifabricatului şi să-l transfere în forma finită (stadiul I_2).

Aici urmează suflarea definitivă a articolului care ia formatul produsului finit. În acest moment forma finită se deschide, iar cleştele cu alveole prinde produsul, pe care îl depune pe placa de predare (stadiul *II*). În timpul depunerii o altă băşică este adusă în forma intermediară, pentru un nou ciclu de fabricaţie. Concomitent preforma, după predarea băşicii în stadiul *I*, se deplasează prin rotirea mesei rotative ajungînd în poziţia *4* şi apoi în poziţia 5. În aceste poziţii preforma este răcită de aerul de ventilator, apoi se pregăteşte pentru o nouă aspiraţie.

Caracteristicile de producţie ale maşinii sînt date în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12

Caracteristicile de producţie ale maşinii Roirant B.B.3

Denumirea	Unităţi de măsură	Mărimea
Baloane de capacitate	1	10—60
Baloane de diametru	mm	300—470
Baloane de înălţime	mm	350—680
Productivitate la:		
Baloane de 10 l	buc/h	90
Baloane de 20 l	buc/h	77
Baloane de 60 l	buc/h	40
Consumuri:		
Aer comprimat de 2,2 kgf/cm^2	m^3/min	1,5
Aer de ventilator de 365 mm H_2O	m^3/min	180
Aer de 180 mm H_2O	m^3/min	48
Vid de 85%	m^3/min	25
Energie electrică totală	kW	41

3.6. Maşini automate pentru articole cu pereţi subţiri

3.6.1. Maşina automată Westlake

Este o maşină cu 12 secţiuni a două forme fiecare şi mişcare de rotaţie continuă, alimentată prin aspiraţie şi care lucrează prin procedeul de suflare-rotire. Maşina se compune dintr-o masă rotativă cu cele 24 de preforme şi forme finite. Deasupra mesei se află dispozitivul de alimentare cu sania de ghidare, pe care glisează spre gura de lucru a cuptorului cele două braţe cu capetele de aspiraţie.

Procesul de fabricaţie este reprezentat schematic în fig. 3.14. În faza *a* capetele de aspiraţie intră în topitură şi aspiră cantitatea de sticlă necesară. În faza *b* cuţitul taie surplusul de sticlă. În faza *c* sticla aspirată cade în preformă. În faza *d* peglul produce un început de băşică. În faza *e* începe presuflarea băşicii concomitent cu mişcarea de rotaţie. În faza *f* băşica este întoarsă şi se alungeşte. În faza *g* băşica se roteşte mai departe, fiind suflată definitiv. Urmează apoi eliberarea articolului din formă şi decalotarea lui. Productivitatea maşinii variază între 40 şi 70 buc/min.

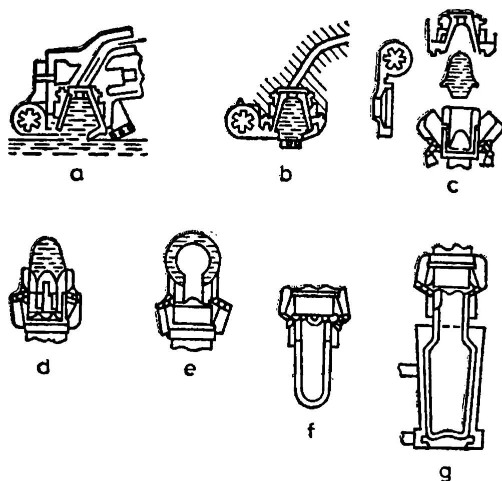


Fig. 3.14. Schema de funcționare la mașina Westlake :

a — aspirația sticlei ; *b* — tăierea sticlei ; *c* — predarea prizei ; *d* — presarea prizei ; *e* — presuflarea ; *f* — rotirea și alungirea bășicii ; *g* — suflarea definitivă.

3.6.2. Mașina automată V.S.24

Aceasta este o mașină de construcție sovietică, care funcționează pe același principiu ca și mașina Westlake. Spre deosebire de aceasta masa rotativă are 6 secțiuni și 4 forme fiecare, deci tot 24 preforme și 24 forme finite. Dispozitivul de alimentare are 4 brațe. Productivitatea mașinii variază între 40 și 55 000 buc/24 h. O mașină asemănătoare cu aceasta, constructiv și funcțional, este mașina I.V. 24 de fabricație maghiară.

Pentru produse de serii mijlocii se fabrică variante ale acestor mașini cu șase secțiuni și una sau două forme.

3.6.3. Mașina Olivoto J.B.16

Este o mașină cu funcționare continuă, alimentată prin fider și acționată mecanic. Se utilizează la fabricarea paharelor, sticlelor de lampă, corpurilor de termose etc. Mașina constă din batiul cu sistemul de acționare și alimentare cu utilități, masa rotativă și dispozitivul de presat. Masa rotativă este prevăzută periferic cu 16 forme,

avînd deasupra lor gurile de formă. Ea poate fi construită şi pentru 12, 14, 18 şi chiar 20 de forme.

Maşina funcţionează în felul următor : picătura de sticlă este transformată cu ajutorul dispozitivului de presare într-o pastilă, care este transferată cu gura de formă, prin aspiraţie în poziţia de suflare. În continuare începe rotirea gurii de formă şi alungirea băşicii, concomitent cu suflarea iniţială. În acest timp forma finită care se află dedesubt se închide şi gura de formă cu băşica se rotesc mai departe, făcîndu-se suflarea definitivă a produsului. După terminarea suflării, produsul este detaşat de formă cu ajutorul unui dispozitiv de tăiere cu disc şi cade la deschiderea formei pe banda de transport. În vederea obţinerii unei suprafeţe lise şi a unui luciu mai pronunţat, formele sînt căptuşite pe suprafaţa interioară, ca de altfel la toate maşinile pentru articolele cu pereţi subţiri, cu un strat de cărbune, care se obţine prin tratarea lor cu praf de plută. Maşina poate lucra articole cu diametrul de 35—130 mm şi înălţimea de 80—300 mm, cu o productivitate de 25 000—65 000 buc/h, în funcţie de mărimea lor (tabelul 3.13).

Tabelul 3.13

Caracteristici de producţie ale maşinii Olivoto

Denumire	Unităţi de măsură	Valoare
Productivitate :		
greutate picătură — articol finit		
60 g — 30 g	pic./min	47
100 g — 50 g	pic./min	35
170 g — 90 g	pic./min	30
200 g — 110 g	pic./min	25
230 g — 140 g	pic./min	20
300 g — 170 g	pic./min	18
400 g — 250 g	pic./min	13
Consumuri :		
apă dedurizată	l/min	3,3
apă industrială	l/min	17,0
aer comprimat la 3 kgf/cm²	m³/min	4,0
aer de ventilator la 0,05 kgf/cm²	m³/min	2,5
aer de ventilator la 0,07 kgf/cm²	m³/min	1,3
gaz metan	m³/min	0,3
curent electric 380/220 V	kW	11,0

3.6.4. Maşina Hartford 28

Se utilizează la fasonarea paharelor suflate cu pereţi subţiri, funcţionînd pe principiul presat-suflat, în care picătura este presată şi apoi suflată, iar în timpul suflării produsul este rotit pentru a se evita formarea dungilor de formă. Este o maşină rotativă cu funcţionare continuă, acţionată electric, cu 12 secţiuni, avînd fiecare secţiune comenzile sale proprii.

Întrucît produsele maşinii sînt semifabricate, maşina H. 28 funcţionează sincronizat cu maşina Eldred, care, prin flacără, decalotează şi finisează gura produselor.

Modul de funcţionare. Picătura tăiată de foarfecele fiderului cade în preformă. Imediat după primirea picăturii, preforma se ridică şi se cuplează cu forma de gură. În acest timp capul de presat coboară, iar peglul intră în topitură, forţînd-o să ocupe spaţiul dintre el şi preformă. După această presare peglul se ridică, iar preforma coboară. Concomitent, jumătăţile şi fundul formei finite au fost răcite printr-un jet de apă. Băşica, care atîrnă de forma de gură, începe să se rotească. Capul suflător se rabate asupra formei de gură pe care o închide, iar jumătăţile formei finite şi fundul închide băşica. După etanşarea fundului are loc prima suflare prin capul suflător, la o presiune de circa 7 mm H_2O, care umflă băşica pînă la suprafaţa formei finite. Urmează apoi al doilea suflat, care are şi rolul de răcire a produsului pentru a-l rigidiza.

Obiectul fiind acum suficient de rigid, forma finită se deschide, iar produsul semifabricat cade pe placa intermediară, fiind prins de ghearele greiferului.

După un ciclu de 180° pe placa intermediară, semifabricatul este transferat pe o bandă de transport. De îndată ce semifabricatul părăseşte placa intermediară, ghearele greiferului se deschid, depunînd produsul pe banda mobilă.

Produsul eliberat este transportat de banda conveierului la alimentatorul Eldred. Acesta este o turelă cu patru braţe, fiind acţionat pneumatic. Are rolul de a prelua semifabricatul de pe bandă şi a-l preda pentru decalotare maşinii Eldred. Pentru aceasta, semifabricatul este prins de pe conveier de capul greifer care, pe măsură ce

se roteşte turela, întoarce produsul cu 180° şi îl predă mandrinei cu vid a maşinii Eldred.

Maşina de decalotare Eldred este o maşină rotativă, acţionată printr-un ax de antrenare. Masa ei rotativă antrenează 30 de arzătoare, alimentate individual cu gaz şi oxigen. Pentru decalotare se foloseşte flacăra celor 30 de arzătoare, montate pe circumferinţa ma-

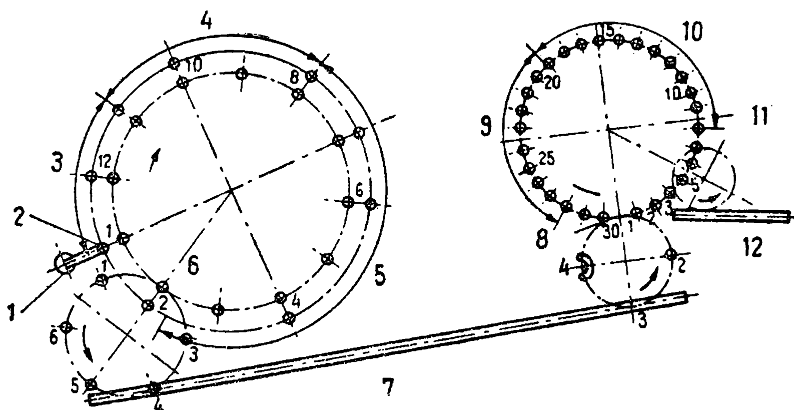


Fig. 3.15. Schema de funcţionare a maşinii Hartford 28 şi Eldred : *1* — căderea picăturii ; *2* — intrarea în formă ; *3* — presarea ; *4* — presuflarea ; *5* — suflarea finală ; *6* — evacuarea din formă ; *7* — banda de transport la Eldred ; *8* — încălzirea ; *9* — topirea ; *10* — căderea calotei ; *11* — depunerea pe placa rotativă ; *12* — transportul la recoacere.

şinii. Arzătorul inelar înconjură paharul la înălţimea reglată şi cu flacăra de oxigen topeşte peretele paharului pe circumferinţă, separînd paharul de calotă. Mai departe se opreşte oxigenul iar flacăra de gaz încălzeşte paharul ridicat cu circa 30 mm, pe circumferinţa topită, formînd o bordură. Calotele desprinse sînt duse la recipientele de deşeuri.

Paharele decalotate şi arse la gură sînt depuse pe o placă rotativă, iar de aici o bară orizontală le împinge pe banda de transport care le conduce la cuptorul de recoacere. Atît maşina Eldred cît şi alimentatorul Eldred, banda conveier şi turelele cu 6 braţe funcţionează sincronizat cu maşina H.28, formînd un ansamblu complex (fig. 3.15).

Caracteristicile de producţie ale maşinii sînt prezentate în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14

Caracteristicile de producție ale mașinii Hartford 28 și Eldred

Denumire	U/M	Valoare H 28 Eldred
a) Domeniul de producție pentru pahare		
capacitate	cm^3	40—500
diametru	mm	35—100
înălțime	mm	50—160
b) Capacitatea de producție		
capacitate pahar cm / greutate pahar g / greutate picătură g		
160 65 100	pic/min	70
375 150 190	pic/min	60
500 350 400	pic/min	40
c) Consum utilități		
energie electrică acționare	kW	7,5
aer comprimat de 3,2 kgf/cm^2	m^3/min	20,0
aer de răcire de 300 mm H_2O	m^3/min	85,0
apă de răcire de 2,1 at.	m^3/h	1,9
vid de 0,3—0,8 at	m^3/min	5,7
gaz metan de 0,2 at	l/buc	2,0
oxigen	l/buc	2,5

3.6.5. Mașina Corning

Este o mașină automată foorte puțin utilizată la obținerea paharelor suflate de serie foarte mare. Este alimentată prin bandă continuă de sticlă topită.

Se compune din următoarele părți :

— sistem de alimentare ;
— lanțul bandă orizontal ;
— banda superioară cu capete de suflare ;
— banda inferioară portforme finite ;
— cuțitul rotitor ;
— caruselul de preluare a paharelor ;
— banda de preluare a paharelor.

Modul de funcționare (fig. 3.16). Din bazinul de lucru al cuptorului, topitura de sticlă este împinsă de către plunger prin orificiu în mod continuu. În felul acesta se formează o șuviță de sticlă, care ajunge la o pereche de role, răcite în interior cu apă. Aceste role formează din șuviță o panglică, a cărei lățime se reglează în funcție de mărimea produsului. Panglica este depusă pe lanțul benzii orizontale. Banda superioară cu capetele de suflare modelează panglica

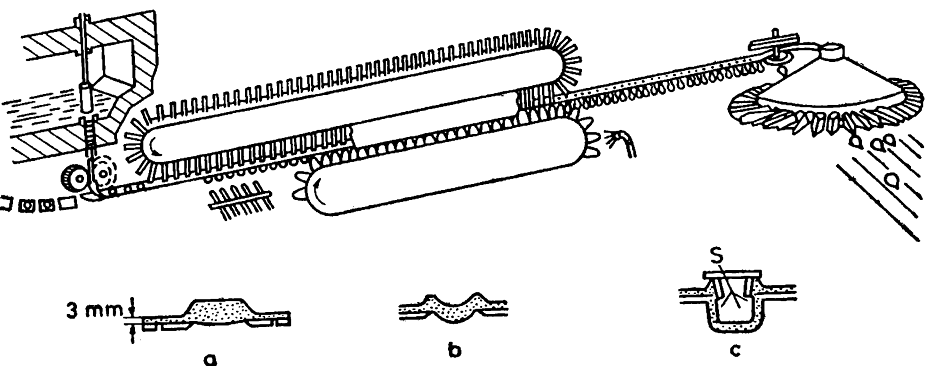


Fig. 3.16. Schema de funcționare a mașinii Corning:
a — modelarea ; *b* — presuflarea ; *c* — suflarea.

în dreptul orificiilor lanțului orizontal și apoi presuflă obiectul din aceste modelări. Banda inferioară pe care se găsesc formele finite, în mișcarea ei execută suflarea definitivă a obiectului. După terminarea suflării, lanțul orizontal transportă mai departe obiectele la cuțitul rotitor care execută decalotarea lor. Acestea cad pe caruselul de preluare, care le transportă la cuptorul de recoacere. Calotele, după tăiere, sînt transportate la cuptorul de topire.

Mașina produce în 24 ore între 150 000 și 300 000 pahare în funcție de mărimea lor.

3.7. Mașini automate pentru articole presate

3.7.1. Mașina Lynch M.D.P.

Este o presă automată cu funcționare intermitentă, acționată de un motor electric și alimentată prin fider, care se utilizează la fabricarea, în special, a articolelor de menaj (fig. 3.17).

Se compune din :

— sistemul de preluare a picăturii de la fider, format din jghea-



Fig. 3.17. Mașina Lynch M.D.P.

buri fixe răcite cu apă ;

— batiul mașinii cu tamburul de comandă și camele amplasate lateral pe acest batiu ;

— masa rotativă cu 12 forme ;

— sistemul de presare a picăturii de sticlă ;

— anexele de preluare a produselor presate și transportul lor la mașina de polizare termică, precum și de la aceasta la recoacere ;

— sistemul de sincronizare a funcționării ansamblului format din reductorul mașinii pentru sincronizarea presei cu fiderul, din roțile dințate cu lanț pentru sincronizarea fider-presă-staker și din tabloul electronic pentru sincronizarea presei cu mașina de polizat.

Modul de funcționare. Picătura de sticlă tăiată de foarfecele fiderului, trece prin jgheabul de alimentare în forma care se află sub acesta și prin rotirea mesei forma ajunge în dreptul poansonului care presează picătura dîndu-i forma produsului.

În poziția ce urmează presării, articolul este suflat în interior cu aer comprimat pentru rigidizare. În pozițiile următoare, articolul continuă să se rigidizeze prin răcire. Cînd ajunge în dreptul ghearei-greifer, obiectul este ridicat de o tijă amplasată sub masa rotativă care acționează asupra fundului formei.

Obiectul ridicat este preluat de gheara-greifer, care îl depune pe unul din posturile conveierului de polizare termică. După predarea articolului forma continuă să avanseze, trecînd prin faze succesive de stropire în interior cu ulei pentru ungere și apoi de încălzire, urmînd a primi o nouă picătură de sticlă.

Mașina de polizare termică. În vederea îndepărtării aspectului de mat și pentru a le da un luciu plăcut, articolele sînt trecute prin flacără la temperatură ridicată.

Mașina constă din următoarele părți :

— un conveier ;

— sistemul de acționare ;

— grupul de arzătoare ;

— gheara greifer.

Întregul conveier este montat pe batiul mașinii, care se sprijină pe patru buloane, cu ajutorul cărora se reglează înălțimea. Lanțul conveierului este antrenat de două roți dințate. Pe acest lanț sînt fixate roți dințate, pe care sînt suporturile de susținere a produselor. Numărul suporturilor este în funcție de articolul ce se lucrează.

Pe o parte a conveierului la mică distanță, se află grupul arzătoarelor. Prin fața acestor arzătoare trece fiecare suport, purtînd cîte un articol ce trebuie polizat. Banda conveierului se află între două greifere cu gheare. Primul ia articolele din forma presei și le depune pe suportul conveierului, iar al doilea trece articolele de pe

suporturi pe banda stakerului. Arzătoarele se aranjează astfel încît să cuprindă întreaga suprafață a produsului.

Articolul așezat de greifer pe suportul conveierului, prin deplasarea acestuia. începe să se învîrtească. Această rotire durează tot timpul trecerii produsului prin fața arzătoarelor, astfel că toată suprafața produsului este cuprinsă de flacără.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt prezentate în tabelul 3.15.

Tabelul 3.15

Caracteristicile de producție ale mașinii Lynch M.D.P.

Denumirea		U/M	Mărime
Productivitate :			
sistem simplă picătură la articole cu			
greutate de :	100 g/buc	buc/min	32
	220 g buc	buc/min	28
	400 g buc	buc/min	22
	800 g/buc	buc/min	17
sistem dublă picătură la articole cu			
greutate de :	80 g/buc	buc/min	66
	160 g/buc	buc/min	60
	200 g/buc	buc/min	58
Consumuri :			
aer comprimat presiune 2,5—3 at		Nm^3/min	50
vid 0,3—0,5 at		m^3/min	1,5
gaz metan		m^3/min	2,0
curent electric alternativ		kW	5,0
curent electric continuu		kW	3,0

3.8. Linie automată pentru pahare cu picior suflate

Producerea pe cale automată a paharelor suflate cu talpă și picior constituie una din cele mai complexe fabricații automate a unui articol de sticlă.

După îndelungate și costisitoare experimentări, s-a ajuns în prezent la patru procedee tehnologice de fabricare a acestui articol.

Primul procedeu constă din următoarele faze :

Pe o mașină automată se suflă cupa paharelor. Pe o presă automată sincronizată cu prima mașină se presează piciorul cu talpa din-

tr-o bucată. O a treia mașină cuplată cu ambele și sincronizată cu ele, primește de la una cupa și de la cealaltă piciorul, pe care le încălzește sudînd piciorul de cupă și făcînd apoi decalotarea produsului. Produsul finit este apoi trimis la cuptorul de recoacere. Prin acest procedeu se realizează un randament de circa 60—70% și o producție de pahare cu bordură îngroșată.

În al doilea procedeu se lucrează în mod independent, cupa prin suflare la o mașină automată, piciorul cu talpă prin presare la o presă automată, după care se introduc fiecare în cuptorul de recoacere. Paharele sortate sînt conduse la o mașină de asamblat, care le încălzește, le sudează și le decalotează. Prin acest procedeu se obțin pahare fără bordură îngroșată, iar procedeul este mai economic decît primul.

La al treilea procedeu cupa se lucrează pe o mașină automată de suflat, după care este transferată cu o bandă la o presă automată, ce lucrează sincronizat cu mașina de suflat. Aici cupa este luată de un greifer, care o așază în mod centric cu gura în jos sub forma de presat piciorul. Picătura din fider ajungînd în formă trece prin orificiul de la fundul ei la cupă, de care se sudează prin operația de presare a piciorului. După presare, paharul este decalotat și apoi transportat la cuptorul de recoacere. Procedeul poate asigura condiții mai economice decît primele două.

Ultimul procedeu necesită următoarele utilaje :

— un fider obișnuit Hartford tip 144 ;

— un fider special care în loc de cuvetă și pîlnie are un tub de platin-iridiu încălzit electric, prin care trece șuvița de sticlă ;

— o presă tip Lynch M.D.P. cu 16 posturi modificată și adaptată procedeului ;

— un mecanism tip „Forma" compus din 16 stații superioare și inferioare pentru formarea piciorului cu talpă ;

— mecanismul de scoatere și transfer al piciorului din formă pe banda care-l duce la mașina de suflat ;

— mașina de suflat tip Olivoto cu 16 posturi modificată și adaptată procedeului ;

— mecanismul de sincronizare electronică și reglare a celor două mașini între ele și cu fiderele ;

— stația de ridicare a piciorului montată centric sub postul de suflare și sincronizată cu acesta ;

— mașina de decalotat și șlefuit cu discuri diamantate ;

— mașina de polizat la cald.

Modul de lucru (fig. 3.18) este următorul :

Din șuvița de sticlă care curge prin tubul de platin-iridiu, foarfecele taie cantitatea de sticlă necesară confecționării piciorului cu

talpă. Picătura cade direct în matriță, fără jgheaburi de ghidare și este presată în două reprize.

După presare mecanismul greiferului scoate piciorul din formă, îl rabate cu 180° și îl împinge pe banda care îl transportă la mașina de suflat. Acolo un alt greifer împinge piciorul pe placa suport a

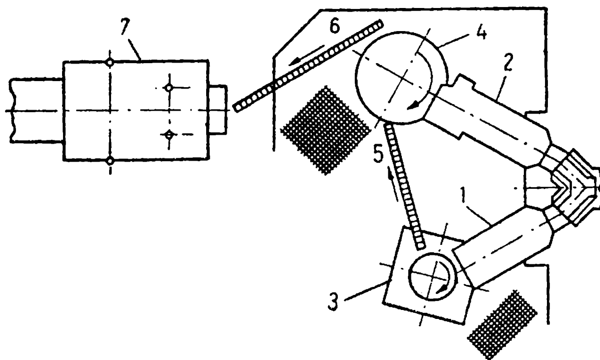


Fig. 3.18. Schema de funcționare a liniei de pahare cu picior :

1 — fider special ; *2* — fider obișnuit ; *3* — presa automată ; *4* — mașina de suflat ; *5* — banda de transport ; *6* — banda de transport la recoacere ; *7* — cuptorul de recoacere.

stației de ridicare. Aceasta după primirea piciorulu se deplasează sub postul de suflare, pozînd piciorul în poziție centrică sub forma de suflare a cupei.

După închidere forma de suflare, al cărei fund este acum piciorul, primește cleștele de gură cu picătura de sticlă preformată. Pe cleștele de gură se așază capul de suflare, care execută suflarea finală a cupei, sudînd-o pe piciorul presat. După suflare, forma finită se deschide, iar stația de ridicare cum și capul de suflare se retrag în pozițiile de plecare. O racletă desprinde paharul din cleștele de gură, după care este transportat pe bandă la cuptorul de recoacere.

La capătul rece al cuptorului de recoacere, paharele sortate trec la mașina de decalotat și șlefuit cu discuri diamantate, apoi pe banda de spălat și uscat merg la mașina de polizare termică. Pe această linie se poate lucra o gamă foarte variată de pahare cu picior de profile diferite avînd pînă la opt muchii și fațete. Urma de la foarfece și dunga de închidere a formelor sînt invizibile. Ea asigură, de asemenea, o foarte bună planeitate a piciorului și tălpii. Se utilizează la producerea paharelor fine și în special a celor de

cristal, putînd fasona topituri cu procente diferite de oxid de plumb. Caracteristicile de producţie ale liniei sînt prezentate în tabelul 3.16.

Tabelul 3.16

Caracteristicile de producţie ale liniei automate pentru pahare suflate cu picior

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Pahare suflate cu picior		
de capacitate	cm^3	40–500
de diametru	mm	45–95
de grosime în perete	mm	0,8–3
de grosime maximă la fund	mm	20
de înălţime maximă finită	mm	205
Capacitate de producţie	buc/24 ore	16 000–30 000

3.9. Defecte ale produselor de sticlă obţinute cu maşini automate. Cauzele şi remedierea lor

Defectele articolelor de sticlă obţinute la maşini automate sînt destul de variate şi depind de :

— calitatea topiturii de sticlă ;

— funcţionarea alimentatorului ;

— modul de funcţionare a maşinilor ;

— calitatea formelor.

În cele ce urmează se prezintă defectele principale precum şi cauzele lor, în vederea luării măsurilor de remediere şi prevenire :

Neuniformitatea grosimii pereţilor produsului. Acest defect se poate datora :

— neomogenităţii termice a picăturii ;

— neomogenităţii chimice a picăturii ;

— căderea greşită a picăturii ;

— conturului necorespunzător al preformei ;

— transferului excentric al băşicii în forma finită ;

— temperatura neuniformă a preformei şi formei finite.

Fisurile care apar la suprafaţa produselor şi în special la gura lor. Acest defect poate proveni din :

— îmbinarea incorectă a gurii de formă cu preforma sau forma finită ;

— forme reci ;
— peglu rece ;
— ghearele greiferului reci ;
— banda conveierului prea rece ;
— lovirea produselor.

Dungă proeminentă la locul de îmbinare a formelor. Cauzele pot fi :

— uzura mare a formelor pe muchea de îmbinare ;
— închiderea incorectă a formelor din cauza unei prelucrări greşite ;
— depunerii reziduurilor de ulei sau cioburilor la locul de închidere.

Perete prea subţire la umărul produsului. Cauza este sticla prea caldă la intrarea în formă. Pentru remediere se va scădea temperatura topiturii în fider.

Încreţituri la suprafaţa produsului. Cauza acestui defect este temperatura prea mică a sticlei sau a preformei.

Diametrul interior al gurii insuficient calibrat. Cauzele acestui defect pot fi :

— sticla prea rece ;
— forma de gură sau peglul prea reci ;
— suflarea preliminară insuficientă.

Băşici pronunţate în corpul articolului. Cauzele acestor băşici pot fi următoarele :

— absorbţia prea puternică a sticlei de către plunjer la ridicarea lui după tăierea picăturii ;
— prezenţa unor corpuri străine în fider sau în vana rotativă ;
— exces de ulei la foarfece sau la cuţitul de tăiere ;
— picătura de sticlă prea lungă.

Pete de lubrefiant pe suprafaţa produsului. Acest defect se datoreşte reziduurilor depuse pe forme. Petele apar mai ales imediat după ungere, sau cînd formele sînt prea calde.

Pentru prevenirea acestui defect formele se vor curăţa mai des, iar la ungere se va pune mai puţin unguent.

Asperităţi la suprafaţa produselor. Cauza acestui defect constă în şlefuirea insuficientă a suprafeţei interioare la finisarea formei finite. Pentru prevenirea defctului, se va controla bine suprafaţa formelor, urmărind să rămînă lisă după şlefuire.

Aspect forjat al produselor. Defectul acesta se datoreşte formelor prea reci. Remedierea se face prin încălzirea formelor, reducînd debitul de aer care serveşte la răcirea lor.

La apariţia unui defect care se poate datori mai multor cauze, prima măsură ce trebuie luată este controlul condiţiilor de lucru

și analiza cauzelor probabile ale defectului pentru stabilirea cauzei reale și numai pe baza acestora să se ia măsuri de eliminare a defectului.

3.10. Tendințe și perspective în fasonarea automată a produselor de sticlă

Bazele fabricării actuale a sticlei pe cale mecanică puse la începutul secolului, au fost mult perfecționate, dar principiul de funcționare în special confecționarea sticlei suflate pornind de la bășică, a rămas totuși neschimbat. Pe acest principiu s-a dezvoltat o gamă variată de mașini automate cu caracteristici mult diferențiate. Privind critic mașinile existente, din punctul de vedere al satisfacerii condițiilor impuse de beneficiarii produselor, (calitate și preț), se constată următoarele :

— mașinile automate alimentate prin aspirație sînt înlocuite tot mai mult, din cauza costurilor de fabricație mari, raportate pe unitatea de produs. Aceste costuri sînt ridicate datorită consumurilor mai mari ale vanei rotative, consumului mare de preforme, posibilității reduse de reglare a temperaturii și vîscozității topiturii, productivității, relativ reduse ;

— mașinile cu două mese rotative și mișcare intermitentă, de asemenea, se înlocuiesc, datorită dezavantajelor pe care le prezintă și anume : uzura mare a pieselor componente ; spațiul ocupat relativ mare ; exactitate mică la confecționarea gurii produselor, productivitate mică din cauza timpilor morți ;

— mașinile cu o singură masă și rotire continuă prezintă următoarele caracteristici de fabricație : domeniu de producție limitat ; oprirea completă a mașinii la diversele intervenții pentru reparații, reglări și schimbări de forme ; uzură mică a pieselor componente (reparație capitală la circa 4 ani), durată mare de funcționare a formelor, randament de lucru ridicat 90—92% ;

— mașinile în linie cu secțiuni independente prezintă următoarele caracteristici de fabricație : exploatare și întreținere costisitoare din cauza uzurii formelor și pieselor componente, cum și a pierderilor de producție datorită deranjamentelor (reparație capitală la circa 2—2,5 ani) ; elasticitate de producție foarte mare ; nu se oprește întreaga mașină la diverse intervenții pentru reparații, reglări și schimbări de forme ; productivitate mare și randament ridicat 85—90% ; adaptabilitate la condiții variate impuse de fluxul tehnologic.

Referitor la sistemul de acţionare al maşinilor se poate afirma că sistemul pneumatic prezintă o libertate mai mare de mişcare, dar şi posibilităţi mai limitate de stăpînire a diverselor mecanisme, mai ales prin mărirea uzurii pistoanelor şi cilindrilor. Acţionarea mecanică este mai simplă, mai robustă, dar şi cu domeniu de aplicare mai limitat. La acţionarea hidraulică mişcările pot fi mai bine stăpînite decît la acţionarea pneumatică, dar costul instalaţiilor hidraulice este mult mai mare comparativ cu celelalte sisteme. Condiţiile pe care industria sticlei le pretinde maşinilor automate sînt următoarele :

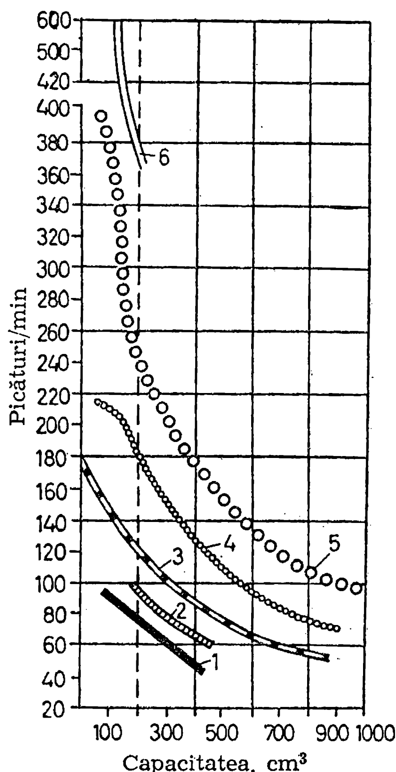


Fig. 3.19. Productivitatea diferitelor maşini de fasonat sticla: 1 — maşina Lynch cu dublă picătură ; 2 — maşina Roirant 7 cu dublă picătură ; 3 — maşina I.S. 6 cu dublă picătură ; 4 — maşina I.S. 8 cu dublă pciătură ; 5 — modernizări de instalaţii la maşini existente ; 6 — maşini noi.

— posibilitatea de adaptare la condiţiile cerute de caracteristicile de fasonare şi posibilitatea efectuării reglărilor pentru respectarea toleranţelor impuse ;

— domeniu şi capacitate de producţie cît mai mare ;

— costuri de întreţinere şi de reparaţii cît mai mici.

Urmărind aceste deziderate desvoltarea şi modernizarea maşinilor automate a făcut paşi foarte importanţi.

În graficul din fig. 3.19 se ilustrează o comparaţie a productivităţii diferitelor maşini de fasonat, pe baza realizărilor industriale şi experimentale obţinute.

Tendinţele actuale şi de viitor în producţia ambalajelor de sticlă par a se contura pe următoarele direcţii :

— adaptarea de recipiente uşoare, obţinute prin procedeul presat-suflat, care permite un schimb de căldură mult mai avantajos la fasonarea produselor decît procedeul suflat-suflat. Un exemplu îl constituie realizarea unui nou tip de butelie de bere cu capacitatea de 330 ml şi greutatea de 100 g/buc care înlocuieşte vechiul tip de aceeaşi capacitate şi în greutate de 270 g/buc ;

— tratarea suprafeţei recipienţilor la capătul cald şi rece al cuptorului de recoacere, în vederea măririi rezistenţei lor.

Ca tip de maşină pentru articole de serii mari, se conturează maşina cu următoarele caracteristici :

— procedeul de lucru presat-suflat cu dublă sau triplă picătură ;

— 8—12 secţiuni independente care pot fi demontate pentru reparaţie şi înlocuite într-un timp foarte scurt ;

— antrenarea prin sistem mecanic combinat cu pneumatic ;

— răcirea formelor prin recirculare de lichide, care are avantajul că paralel cu intensificarea răcirii reduce zgomotul ;

— funcţionare complet automată cu program pe bază de cartele perforate.

Aceste perfecţionări asigură maşinilor de tip constructiv actual, performanţe tehnice şi economice optime.

În paralel se fac intense studii şi experimentări, pe de o parte pentru a se găsi o soluţie de înlocuire a actualului procedeu de fabricaţie în două trepte cu preformă şi formă finită, printr-un procedeu cu o singură treaptă, pe de altă parte, pentru înlocuirea fiderului cu picătură, prin fider cu scurgere continuă în bandă. Prin rezolvarea acestor probleme se va elimina faza de formare a picăturii, cum şi faza de pivotare şi predare a băşicii, iar capacitatea de producţie a maşinilor automate de ambalaje ar creşte considerabil.

În ceea ce priveşte fasonarea articolelor de menaj suflate şi presate, unde gradul de complexitate, diversificare sortimentală şi aspectul produselor sînt factorii determinanţi, tendinţa este de dezvoltare a maşinilor cu acţionare mecanică, alimentate prin fider şi de completare a lor cu diverse dispozitive şi anexe care să asigure satisfacerea exigenţelor crescînde ale consumatorilor produselor.

Matrițe metalice pentru fasonarea produselor de sticlă

Matrițele (formele) reprezintă unul din elementele cele mai importante la fasonarea topiturii de sticlă, căci cheltuielile datorită construcției și întreținerii lor sînt foarte mari, de aceea sporirea duratei lor de serviciu este o problemă acută pentru fiecare fabrică de sticlă și necesită să i se acorde o atenție deosebită.

4.1. Materiale pentru confecționarea matrițelor și prelucrarea lor

Cerințele față de materialele de construcție a formelor sînt de naturi multiple, din acest motiv, nu se cunoaște pînă în prezent un material „ideal" care să întrunească toate aceste cerințe.

Condițiile acestea sînt următoarele :

— refractaritate ridicată ;

— conductibilitate termică mare ;

— adezivitate mică față de sticlă ;

— capacitate de prelucrare, lustruire și obținerea unui luciu superior ;

— dilatație termică mică ;

— rezistență la uzură mecanică.

Circa 85—90% din formele folosite sînt din fontă cenușie nealiată, iar restul din fontă slab aliată și oțeluri. Fonta cenușie nealiată are refractaritate suficientă pînă la temperatura de circa 600°C. Formele de presă automată necesită o refractaritate mai mare și pentru acest considerent este mai indicată folosirea formelor de fontă aliată, de oțel sau a celor protejate prin acoperire (cromare, nichelare etc.).

Conductibilitatea termică a fontei influențează viteza de evacuare a căldurii din produs prin intermediul formei, deci viteza de

lucru a maşinii. Ea scade prin adăugarea elementelor de aliere, a siliciului, cum şi cu fineţea grafitului.

Adezivitatea — proprietatea fontei şi sticlei de a se lipi — apare în momentul cînd temperatura suprafeţei de lucru depăşeşte o anumită limită „temperatura de lipire".

Fonta cu structură perlitică şi duritate pînă la HB=200 se poate prelucra relativ bine şi se pretează la sudură, încărcare cu aliaje dure şi călire superficială. De asemenea, fonta perlitică, cu grafit fin, fără pori şi incluziuni se lustruieşte bine.

Constanţa volumetrică a fontei poate fi ameliorată prin structura fină şi nodulară a grafitului, precum şi prin adaosuri de aliaje.

Este necesar ca materialul pentru forme să aibă o rezistenţă suficientă la frecare, pentru că la curăţirea formelor o dată cu ţunderul se îndepărtează şi o parte din suprafaţa nedeteriorată. Fonta perlitică cu grafit nodular lipsită de porozitate şi de incluziuni are o asemenea rezistenţă.

Cea mai utilizată fontă nealiată pentru forme are următoarea compoziţie chimică pentru fasonarea

prin suflare :		prin presare :	
C	3,45 ± 0,3	C	3,15 ± 0,3
Si	2,00 ± 0,2	Si	1,70 ± 0,2
Mn	0,60 ± 0,2	Mn	0,52 ± 0,15
P	0,50 ± 0,1	P	0,54 ± 0,1
S	0,10 ± 0,02	S	0,06 ± 0,01
Sc	0,95 ± 0,10	Sc	0,85 ± 0,1
(grad de eutecticitate)			

În ce priveşte structura fontei, aceasta este indicat să fie perlitică cu granulaţie fină şi grafit fin nodular, cu mărimea sub 30 μ în suprafaţa activă, putînd să crească lent cu adîncimea.

Duritatea formelor pe suprafaţa de lucru să fie 170—200 HB. Piesele turnate este necesar să fie recoapte la circa 800°C pentru eliminarea tensiunilor de turnare. Fonta se toarnă pe cochile, ceea ce îi imprimă pe suprafaţa ce vine în contact cu sticla, o structură deosebit de fină şi densă, ca urmare a acţiunii cochilei.

La proiectarea formelor se vor avea în vedere următoarele recomandări :

— produsele de sticlă să aibă o conformaţie manevrabilă şi centrul de greutate cît mai spre bază ;

— muchiile şi colţurile ascuţite să fie evitate cît mai mult prin rotunjirea lor ;

— grosimea peretelui cît mai uniformă, iar a fundului de 2—3 ori cît a peretelui ;

— cea mai uniformă distribuire a sticlei o asigură secţiunea circulară ;

— la proiectarea preformelor pentru alimentarea prin fider, raportul dintre conţinutul volumetric al preformei şi al picăturii este stabilit cu noţiunea de supracapacitate S, definită prin formula

$$S = \frac{V_F - V_P}{V_P} \; [\%]$$

în care : V_F este volumul preformei ;
V_P — volumul picăturii.

Supracapacitatea variază între 20 şi 55%, iar viteza de lucru a maşinii este direct proporţională cu supracapacitatea ;

— adaosurile de prelucrare se vor reduce la strictul necesar, pentru ca munca de aşchiere să fie redusă la minimum.

Pentru prelucrare la maşinile unelte se întrebuinţează diverse dispozitive de copiere sau chiar o mostră completă la scara 1/1. Calitatea obţinută prin prelucrarea mecanică a suprafeţelor interioare, care vin în contact cu topitura de sticlă, este necorespunzătoare cerinţelor impuse, de aceea se va continua finisarea acestor suprafeţe prin lustruire cu materiale abrazive fine, pînă la obţinerea unei suprafeţe perfect lise.

Formele ovale unghiulare sau prevăzute cu ornamentaţii, după prelucrarea mecanică preliminară se prelucrează în continuare manual de către cizelori şi gravori.

În vederea creşterii rezistenţei la coroziune şi a unei durate mai lungi de utilizare a formelor, cum şi a îmbunătăţirii aspectului suprafeţii produselor, se practică acoperirea suprafeţelor ce vin în contact cu topitura de sticlă, cu un strat metalic foarte subţire depus prin diverse tratamente.

Cele mai cunoscute tratamente sînt : cromarea, cromizarea şi nichelarea. Procedeul de nichelare comportă următoarele operaţii :

— degresarea şi spălarea ;

— curăţirea electrolitică şi spălarea ;

— neutralizarea ;

— activarea ;

— nichelarea ;

— tratamentul termic de consolidare a adeziunii nichelului la suprafaţa fontei şi mărirea durităţii.

Grosimea stratului depus este de 0,02—0,04 mm. Nichelarea în special după procedeul Omcote prezintă multe avantaje pentru mărirea duratei de funcţionare a formelor, reducerea frecvenţei de ungere şi a timpului de curăţare, cum şi pentru ridicarea nivelului calitativ al suprafeţei produselor.

După terminarea operațiilor de executare a matrițelor, ele se supun unui control final, înainte de a fi introduse în magazie sau în producție. Acest control constă în verificarea cu diverse calibre etc. a tuturor pieselor componente la dimensiunile și toleranțele prescrise.

4.2. Ungerea (lubrifierea) matrițelor

Este operația prin care se urmărește împiedecarea contactului direct dintre sticlă și metal, prin formarea unei pelicule izolante în scopul :

— facilitării fluajului sticlei în timpul suflării sau presării ;

— protejării suprafeței interioare a formei la oxidarea superficială și acțiunea corozivă a sticlei ;

— măririi limitelor intervalului optim de încălzire a formelor ;

— deplasării temperaturii de lipire a sticlei de formă.

— Condițiile impuse unui lubrifiant sînt următoarele :

— să umezească forma ;

— să se întindă repede pentru a forma un strat subțire și uniform pe suprafața activă a formei ;

— să aibă durabilitate cît mai mare ;

— să nu lase urme pe produse.

Sînt multe materiale utilizate ca lubrifianți pentru forme și anume : sacîzul, parafina, cauciucul, făina de cereale, siliconii, uleiurile etc. cu efecte diferite. Cel mai utilizat și cu efect bun este lubrifiantul format din suspensie fină de grafit coloidal în ulei sau rășini termostabile. Grafitul trebuie să fie foarte fin, de ordinul micronilor și dispersat sub formă de suspensie stabilă.

Grafitul poate fi natural sau sintetic. La cel natural structura lui lamelară și clivabilă este cea care îi dă calitatea de lubrifiant.

Din studiile efectuate s-a constatat că un lubrifiant are o durabilitate cu atît mai mare, cu cît este mai ridicată temperatura lui de ardere (oxidare). Pe acest considerent au apărut în ultimii ani lubrifianți pe bază de Al_2O_3 ; ZnO și ZrO_2 ce au temperaturi de oxidare peste 760°C. Ungerea se poate face manual sau automat. Ungerea manuală se execută prin stropire cu ajutorul tampoanelor de bumbac. Cea automată se face prin pulverizare mecanică sau pneumatică și reprezintă soluția cea mai bună, făcîndu-se în mod constant și la intervale de timp bine determinate, în timp ce ungerea manuală este departe de a avea aceeași fiabilitate.

În ce privește frecvența ungerii s-a constatat că la lubrifianții care au o temperatură de oxidare de 350—400°C frecvența ungerii este de 10—15 min, iar la cei cu temperatura de oxidare de 500—550°C frecvența este de 25—35 min.

4.3. Răcirea matrițelor

Priza de sticlă fluidă care primește un contur bine precizat în formă, trebuie să se răcească atît de mult în timpul fasonării, încît la părăsirea formei să fie rigidizată. Prin determinările efectuate s-a găsit pe peretele interior al formei temperatura de 450—560°C, iar prin mărirea vitezei de lucru la presele automate mai ales, s-a ajuns la 750—800°C. Cantitatea mare de căldură, care trebuie să fie trecută prin pereții formei în timpul fasonării, se poate îndepărta prin următoarele căi :

— răcirea artificială prin cufundarea periodică a formei în apă, sau stropirea cu șuviță de apă. Se întrebuințează la suflarea automată a articolelor cu pereți subțiri ;

— răcirea peglurilor prin circulația interioară a unui curent continuu de apă. Se întrebuințează la presare ;

— răcirea formelor prin jet de aer direcționat perpendicular sau oblic pe suprafața peretelui interior sau exterior al formei ;

— răcirea suprafeței exterioare a formei prin circulația de apă. Cea mai întrebuințată este răcirea cu jet de aer, deoarece aerul poate fi condus relativ ușor la orice loc și poate fi bine dozat în funcție de necesități. Sînt mulți factori care influențează modul de răcire a formelor ; de aceea, este necesară examinarea fiecărui caz in parte și orînduirea simetrică a duzelor de distribuire la o distanță adecvată de locul care trebuie răcit. În modul acesta se va putea asigura o răcire judicioasă a formelor, prin menținerea lor în timpul lucrului sub temperatura de lipire a sticlei de metal, fără a diminua aspectul calitativ al suprafeței produselor.

4.4. Întreținerea matrițelor

Formele după o perioadă de lucru este necesar să fie demontate de pe mașină pentru curățire și revizuire. Durata de serviciu a formelor depinde de ritmul de producție și temperatura de regim, de modul de răcire și ungere, de munca atentă a personalului de deservire, cum și de modul de efectuare a reparațiilor. Cauzele scoaterii din lucru în majoritatea cazurilor sînt următoarele :

— depășirea toleranțelor prin degroșări și lustruiri repetate ;

— deteriorarea mecanică datorită unei insuficiente atenţii, a personalului de serviciu ;

— arderea care se manifestă prin apariţia de fisuri pe suprafaţa activă, datorită temperaturii de regim prea ridicate.

Arderea apare mai frecventă la producerea sticlei verzi şi brune. Fisurile sînt provocate de oxidarea internă a fontei de oxigen şi de evaporarea oxidului de sodiu din masa sticlei, care pătrunde în stratul superficial al fontei. Ele apar în zig zag, orientate în general perpendicular pe axul articolului, cu lungimea de 5—20 mm şi adîncimea de 2—4 mm pentru articolele suflate şi 4—8 mm pentru cele presate. La pegluri fisurile apar în vîrful supraîncălzit.

Zgurificarea suprafeţelor active care vin în contact cu topitura de sticlă şi reziduurile de lubrifianţi, după un timp de întrebuinţare devine foarte accentuată, imprimînd semne pe produsele finite şi făcîndu-le de multe ori inutilizabile. La apariţia acestor semne, formele trebuie demontate şi curăţite. Sînt mai multe metode de curăţire şi anume :

— curăţirea manuală cu şmirghel ;

— curăţirea prin sablare ;

— curăţirea cu ajutorul băii de sare încălzite ;

— curăţirea electrolitică.

Curăţirea manuală cu şmirghel este cel mai vechi procedeu, dar care se mai întrebuinţează şi în prezent. Constă în frecarea cu şmirghel a suprafeţei active a formei. Pentru aceasta formele cu rotaţie simetrică se învîrtesc cu ajutorul unui cap de strung, pe cînd cele unghiulare sau ovale se şlefuiesc cu dispozitive manuale. Prima dată se face o curăţire preliminară cu material abraziv mai grosier, după care urmează lustruirea cu material abraziv de granulaţie fină.

Curăţirea prin sablare se face cu ajutorul unei suspensii de material abraziv, care cu aer comprimat este proiectat pe suprafaţa de curăţat.

Piesele mai mici, cum sînt gurile de formă şi peglurile, se pot curăţa prin menţinerea lor timp de 30—40 min într-o baie de sare la o temperatură peste 100°C, după care se răcesc cu aer şi se spală cu apă curată.

Cel mai nou procedeu de curăţire este procedeul electrolitic. În acest procedeu formele sînt supuse unei curăţiri prealabile prin fierbere într-o soluţie degresantă, în care se face o dezgurificare şi degresare a lor, urmată de o spălare cu apă. După aceasta formele se introduc în baia alcalină de curăţire electrolitică la 45—50°C, şi apoi se limpezesc cu apă rece şi apă caldă.

Cele mai frecvente deteriorări ale formelor şi care necesită reparaţii sînt la muchii şi colţuri. Repararea lor se face de obicei prin

perforarea locului avariat şi montarea de ştifturi. Alt procedeu de reparaţie este prin sudură autogenă sau electrică. O atenţie deosebită trebuie acordată în acest caz pentru evitarea formării porilor. În toate cazurile după ştiftuire sau sudură este necesară o finisare şi uneori o prelucrare ulterioară, pentru încadrarea în dimensiunile şi toleranţele prescrise.

Un domeniu mai nou de intervenţie este şpriţuirea metalică a unor porţiuni de suprafaţă deteriorată, cu ajutorul aliajelor dure. Acest procedeu uneori se aplică chiar la forme noi, pentru a le face mai rezistente la uzură. După şpriţuire, de asemenea, este necesară finisarea suprafeţei respective şi retuşarea manuală sau cu dispozitive speciale de copiat.

Pentru maşinile automate utilizate la producerea articolelor subţiri prin procedeul suflat-suflat-rotit sau presat-suflat-rotit se întrebuinţează forme de fontă căptuşite. Procesul de căptuşire constă în următoarele operaţii :

— curăţirea suprafeţei active a formelor de eventuale depuneri cu ajutorul unui abraziv potrivit ;

— ungerea suprafeţei curăţite cu ulei de in ;

— acoperirea suprafeţei unse cu făină de plută ;

— arderea stratului de acoperire prin încălzirea formelor, într-un cuptor la 250—300°C ;

— răcirea formelor ;

— ungerea stratului de acoperire depus cu un unguent, la montarea formelor pe maşină. Durata unei astfel de forme este foarte lungă (teoretic nelimtiată), iar durata unei căptuşeli de 4—5 ore.

4.5. Matriţe din aliaje neferoase

În ultimii ani pentru presarea produselor cu multe faţete sau a celor care necesită un aspect deosebit al suprafeţei, s-a experimentat şi s-au obţinut rezultate bune prin utilizarea matriţelor din aliaje neferoase. Compoziţii care au dat rezultate foarte bune sînt următoarele (în %) :

	Pentru poanson	*Pentru fund matriţă*
Cu	74,60	74—78,5
Al	—	10,5—12,5
Ni	6,90	5— 7,5
Fe	7,00	4,8— 7,3
Mn	0,52	0— 1,5
Zn	10,93	0,5
Pb	—	0,5
Si	—	0,2
Sn	—	0,2

cu caracteristicile de mai jos :

densitate	7,5 g/cm^3
temperatură de topire	1 045°C
conductibilitate termică la 500°C	0,179 cal/cm
rezistență la tracțiune	65 kgf/mm^2
coeficient de dilatație liniară	$1{,}62 \cdot 10^{-5}$ (20—300°C)
duritate Brinell	195 kgf/mm^2

Avantajul acestui aliaj constă în :

— rezistența mare la temperatură ;

— rezistența mare la uzură ;

— capacitate bună de prelucrare și lustruire.

Datorită acestor proprietăți, aliajul acesta se pretează foarte bine la confecționarea matrițelor pentru fasonarea produselor de mai sus, avînd o durabilitate mare și asigurînd un luciu de grad superior produselor.

Finisarea produselor de sticlă

Prin finisarea produselor de sticlă se înțelege ansamblul de operații care se execută cu scopul de a da forma definitivă cerută unor articole ce se găsesc în stare de semifabricat. Aceste operații pot fi clasificate după următoarele criterii :

— după scopul urmărit în cazul operațiilor pentru stricta terminare a produsului, cum sînt decalotarea la paharele suflate, șlefuirea și polizarea marginilor și operații de decorare a produsului, prin care se urmărește creșterea valorii estetice și artistice a produsului respectiv : gravarea, pictarea, matarea, metalizarea, lustruirea etc. ;

— după procedeul folosit se practică trei categorii de metode și anume : mecanice (tăierea, șlefuirea, sculptarea) fizice (pictarea, cementarea, evaporarea în vid) ; chimice (lustruirea chimică, gravarea chimică, matisarea chimică).

Numărul operațiilor de finisare prin care trece un articol din starea de semifabricat pînă la starea de produs finit, variază de la caz la caz.

Operațiile de finisare se aplică la foarte multe articole și anume la cele suflate la țeavă, la unele articole suflate la mașini la unele articole de menaj presate, cum și anumitor articole tehnice. La articolele de ambalaj în general nu se aplică operațiile de finisare, decît în proporție mult mai mică.

5.1. Decalotarea (tăierea)

Articolele suflate la țeavă cum și unele articole de menaj suflate la mașini rămîn după fasonare cu o calotă, care se îndepărtează prin operația de decalotare. În funcție de forma și grosimea pereților produsului, cum și a modului de lucru uneori îndepărtarea calotei se poate face prin decalotare termică cu sau fără flacără, ori prin decalotare mecanică cu discuri din material abraziv.

5.1.1. Decalotarea termică cu flacără

Operația de decalotare termică constă în încălzirea produsului cu ajutorul unei flăcări de-a lungul liniei, după care urmează a fi decalotat și răcirea bruscă pe această linie. La încălzire din cauza conductibilității termice mici, între fața exterioară și cea interioară încălzită se creează o diferență de temperatură, care dă naștere unor tensiuni de compresiune de-a lungul liniei încălzite și în măsură mai mică perpendicular pe ea.

La produsele cu grosimea peretelui în zona încălzită de circa 1,5 mm, forțele de tensiune create depășesc rezistența lor și ca urmare acestea vor fisura de-a lungul liniei încălzite.

La produsele cu grosimea peretelui de 5—10 mm în zona încălzită, decalotarea nu se poate realiza numai prin încălzire și răcire, căci rezistența articolului la spargere depășește forțele de tracțiune și compresiune create. În acest caz, pentru a putea efectua o decalotare după o linie dreaptă, produsul trebuie crestat întîi pe linia de decalotare și după aceea încălzit și răcit brusc.

Cu cît zona de încălzire este mai îngustă, iar durata de încălzire mai mică, cu atît tensiunile create vor fi mai mari. Din cele de mai sus rezultă că, pentru a asigura o decalotare rapidă și corect executată, este necesară o flacără foarte ascuțită și cu o temperatură cît mai ridicată.

Decalotarea se realizează cu mașini relativ simple (fig. 5.1) de diferite dimensiuni, în funcție de produsele ce trebuie decalotate.

Pentru decalotare produsele se așază pe suporturile rotative și după reglarea înălțimii de tăiere se rotesc circa 10—15 s în fața arzătoarelor cu flacără ascuțită. Viteza de rotire este de 70—100 rot/min, iar productivitatea unei mașini cu trei posturi este de 1 000—1 200 buc/h pahare de 100 ml. Sînt și mașini semiautomate de decalotat (fig. 5.2.) care lucrează pe același principiu. La acestea muncitorul, după reglarea mașinii, execută numai punerea paharului pe suport și ridicarea paharului decalotat.

Mașina are o masă rotativă cu 24 posturi cu suporturi. Paharele sînt prinse pe aceste suporturi cu ajutorul vidului după care sînt crestate la înălțimea dorită prin atingerea unui cuțit dur. Ele trec apoi rotindu-se prin fața arzătoarelor foarte ascuțite și imediat ating un vîrf răcit care produce detașarea calotei. Productivitatea acestei mașini este de circa 1 800 buc/h.

Pentru articolele care necesită mai multe decalotări, cum sînt cilindri de lampă, se folosesc mașini orizontale a căror productivitate este de 1 200—1 400 buc/h.

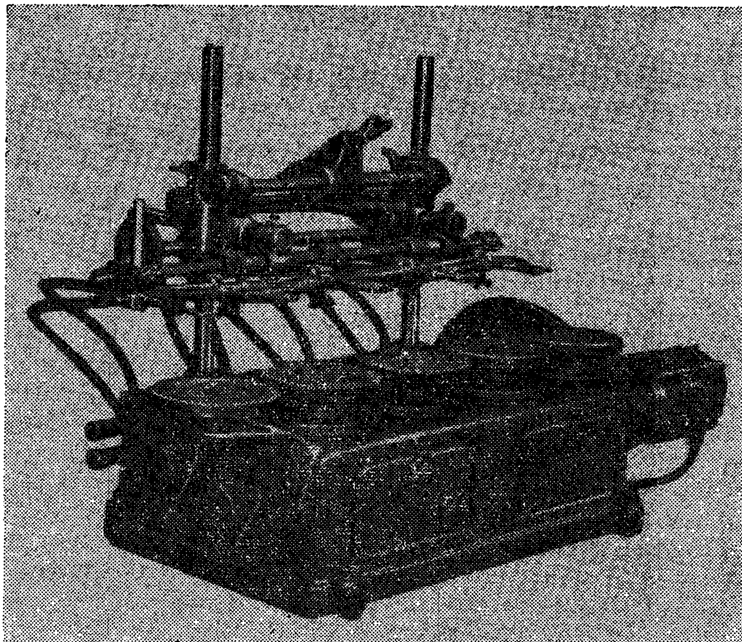


Fig. 5.1. Mașină de decalotat simplă.

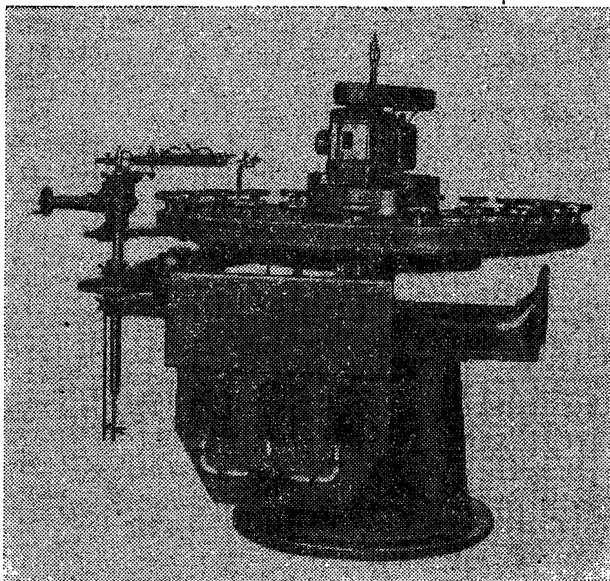


Fig. 5.2. Mașina semiautomată de decalotat.

La unele mașini automate (ex. Harford 28) decalotarea produselor se face imediat după suflarea lor, în mașina anexă (Eldred). Aici produsele sînt încălzite cu arzătoare foarte puternice, cu oxigen, care topesc peretele produsului pe circumferință. Prin aceasta calota se desprinde și cade, iar la gura produsului se formează o bordură rotunjită.

Pentru cazuri mai izolate cînd nu se dispune de mașină de decalotare se poate face totuși decalotarea termică la un număr mic de produse cu ajutorul unei rezistenței electrice, care înconjură articolul la locul de decalotare. Prin încălzirea acestuia și atingerea cu un vîrf răcit se produce detașarea calotei.

5.1.2. Decalotarea mecanică

Această operație se execută la articolele cilindrice cu grosimea peretelui peste 10 mm sau la articolele cu mai multe fațete. În aceste cazuri decalotarea se realizează mecanic, cu ajutorul discurilor abrazive din materiale dure cum sînt corindonul, carbura de siliciu etc., cu discuri metalice dure, sau cu discuri diamantate. Primele discuri au un diametru de 100—600 mm și o grosime de 5—10 mm, iar cele metalice un diametru de 50—300 mm.

Uneori se utilizează discuri de oțel diamantate la circumferință, pe o porțiune, de 5—20 mm. La aceste discuri care au o viteză de 2 500—3 500 rot/min, articolele pentru decalotare nu se mai rotesc, ci se presează perpendicular pe disc, pînă cînd acesta străbate produsul dintr-o parte în cealaltă. În timpul decalotării cu aceste discuri este necesar ca pe locul de decalotare să curgă continuu apă, pentru a preveni formarea tensiunilor periculoase.

5.2. Șlefuirea

Prin șlefuire se înțelege operația prin care se elimină proeminențele rămase pe suprafețele sau marginile produselor după fasonare sau decalotare, cu scopul de a le netezii sau de a le da forme geometrice regulate diferitelor suprafețe pentru așezare, etanșare etc.

Procesul de șlefuire se bazează pe diferența de duritate dintre sticlă (4—7 în scara Mohs) și abraziv care are în general peste 7.

La operația de șlefuire modul în care granulele abrazive se mișcă pe suprafața sticlei este determinat în mare măsură de forma lor. Astfel, granulele rotunde se rostogolesc în timp ce granulele paralelipipedice și cele cu muchii tăioase au tendință de alunecare și de tăiere.

Prin aceste mişcări granulele atacă suprafaţa sticlei producînd şanţuri, tăieturi şi crăpături care se încrucişează între ele în toate direcţiile. Datorită ciupiturilor, frînturilor, adînciturilor şi ridicăturilor care dau naştere la suprafaţă neregulată şi ale căror dimensiuni sînt mai mari decît lungimea de undă a radiaţiilor luminoase din spectrul vizibil, suprafaţa sticlei şlefuite devine mată.

Examinată mai adînc, suprafaţa sticlei şlefuite apare compusă din două straturi şi anume :

— un strat de suprafaţă cu vătămări vizibile sub formă de ridicături şi adîncituri orientate în toate direcţiile, ce formează relieful suprafeţei şi care se numeşte „strat în relief" ;

— sub acesta se află un alt strat care nu este vizibil cu ochiul liber, format din diferite crăpături ce se încrucişează reciproc numit „strat de crăpături".

Formarea acestor straturi sub acţiunea granulelor abrazive are loc concomitent.

Stratul al doilea are o rezistenţă mai mică decît primul strat astfel că după îndepărtarea primului, el va fi mai uşor atacat de către granulele din ce în ce mai fine ale abrazivului.

Viteza de şlefuire se exprimă prin cantitatea de sticlă îndepărtată în unitatea de timp, de pe unitatea de suprafaţă a produsului.

Această viteză de şlefuire depinde de compoziţia chimică a sticlei, de natura şi constituţia abrazivului cum şi de factorii tehnologici ai procesului de şlefuire.

5.2.1. Factorii care influenţează viteza de şlefuire

Compoziţia chimică a sticlei. Viteza de şlefuire este influenţată pozitiv sau negativ de compoziţia chimică a sticlei. Pe baza numeroaselor studii efectuate, s-a stabilit că dintre componenţii sticlei cea mai mare influenţă asupra vitezei de şlefuire o are oxidul de plumb (PbO), viteza de şlefuire a sticlei crescînd proporţional cu conţinutul de oxid de plumb din compoziţia ei. Sticlele calcosodice au o viteză de şlefuire mai mică. Ea este influenţată în mod pozitiv de creşterea conţinutului de alcalii şi de bioxid de siliciu (SiO_2). Oxidul de bor (B_2O_3) micşorează viteza de şlefuire, iar oxidul de calciu (CaO) are o influenţă negativă şi mai puternică. Influenţa celorlalţi oxizi componenţi se simte într-o măsură mult mai mică.

Natura şi constituţia abrazivului. Abrazivul se utilizează fie sub formă de suspensie de granule în apă, fie legat sub formă de discuri abrazive sau aplicat pe benzi (suport) textile cu ajutorul unui liant ceramic sau din bachelită. Cu cît abrazivul este mai dur, cu atît

este mai mare capacitatea lui de şlefuire. Pentru compararea capacităţii de şlefuire a diferiţilor abrazivi se întrebuinţează noţiunea de „coeficient specific de şlefuire". Acesta reprezintă cantitatea de sticlă îndepărtată prin şlefuire, raportată la un gram de material abraziv întrebuinţat, păstrînd constanţi ceilalţi parametri. Considerînd nisipul ca etalon, cu coeficientul 1, ceilalţi abrazivi se prezintă astfel :

electrocorindon 4,8	carbură de siliciu 7,2
corindon 5,7	carbură de bor 8,7

Granulaţia abrazivului. Alegerea materialului abraziv se face în funcţie de grosimea pereţilor produsului şi de compoziţia chimică a sticlei. În general cu cît granulaţia abrazivului este mai mare, cu atît creşte şi viteza de şlefuire dar şi suprafaţa sticlei va fi mai rugoasă şi mai neregulată. Pe măsură ce se micşorează granulaţia abrazivului, suprafaţa şlefuită devine din ce în ce mai fină, iar viteza de şlefuire scade.

Cantitatea de abraziv utilizată în unitatea de timp. Viteza de şlefuire este mult influenţată de cantitatea de material abraziv utilizată în unitatea de timp. Crescînd această cantitate, viteza de şlefuire creşte şi ea pînă la un punct ce reprezintă viteza optimă ; pentru nisip cu granulaţia de 200—300 μ viteza optimă de şlefuire corespunde unei cantităţi de 1 600 g/h. Peste cantitatea de 1 800 g/h viteza de şlefuire scade, pentru că plusul de abraziv nu mai ajunge la suprafaţa sticlei, ci o parte din granulele abrazivului se freacă între ele şi ies de sub produs fără a-l şlefui.

Presiunea obiectului pe discul abraziv. Din experienţele efectuate s-a constatat că prin creşterea presiunii de lucru, creşte şi viteza de şlefuire cu condiţia ca odată cu creşterea presiunii să se asigure şi o creştere proporţională a materialului abraziv utilizat.

Practic, pentru fiecare granulaţie există o presiune optimă, care se află între 400 şi 600 gf/cm^2.

Viteza dispozitivului de şlefuit. Viteza de şlefuire creşte proporţional cu viteza dispozitivului de şlefuit, pînă la o anumită limită, după care scade datorită forţei centrifuge care îndepărtează suspensia de abraziv de pe şaiba de şlefuire.

Concentraţia suspensiei de abraziv. O influenţă sensibilă asupra vitezei de şlefuire o are concentraţia suspensiei de abraziv. Aceasta se exprimă prin raportul dintre cantităţile în greutate de lichid şi solid.

Cantitatea de lichid (apă) necesară creşte cu cît se micşorează granulaţia abrazivului. Astfel, pentru un nisip cu granulaţia peste 50μ, raportul optim de lichid/solid din suspensie este între 1 şi 2, iar la granulaţia de sub 50 μ raportul optim este 3—5.

5.2.2. Materiale abrazive întrebuinţate pentru şlefuire

Materialele abrazive utilizate la şlefuirea sticlei sînt naturale sau artificiale. Din grupa celor naturale fac parte următoarele :

— *diamantul* care este carbon nativ cristalizat în sistemul cubic. Este cel mai dur mineral, avînd duritatea 10 în scara Mohs, iar greutatea specifică 3,4—3,6 gf/cm³. Pentru şlefuirea sau sculptarea sticlei diamantul se utilizează sub formă de praf depus pe burghie, şaibe sau alte scule de diferite forme ;

— *corindonul* este Al_2O_3 cristalizat, variat colorat cu duritatea 9 în scara Mohs şi greutatea specifică 3,4—4 gf/cm³. La şlefuire se întrebuinţează sub formă de pulbere ;

— *granaţii* sînt compuşi de silicaţi de aluminiu, mangan, magneziu, crom şi fier cristalizaţi în sistemul cubic. Au duritatea 6,5—8, iar greutatea specifică 3,4—4,3 gf/cm³. Pentru şlefuire se întrebuinţează sub formă de pulbere ;

— *nisipul cuarţos* este unul din cele mai utilizate materiale abrazive pentru şlefuire, datorită atît durităţii sale (7), dar mai ales faptului că este foarte ieftin comparativ cu ceilalţi abrazivi. Are greutatea specifică 2,5 gf/cm³. Din cauză că în natură se găseşte impurificat cu diverse materiale şi în diferite granulaţii, trebuie ca înainte de utilizare să fie spălat şi separat prin sortare pe granulaţii.

Dintre abrazivii artificiali cei mai utilizaţi sînt :

— *electrocorindonul normal* cu un conţinut de 91—97% Al_2O_3 care se obţine prin topirea bauxitei cu adaosuri reducătoare în cuptoare electrice ;

— *electrocorindonul nobil* cu un conţinut de 97—99% Al_2O_3. Se obţine prin topirea aluminei fără nici un adaos. Calităţile abrazive superioare ale ambelor sorturi variază proporţional cu conţinutul de alumină ;

— *carbura de siliciu* (SiC) se obţine prin reacţia dintre SiO_2 şi carbon, în cuptoare electrice la temperatura de 2 000°C. În funcţie de gradul de impurificare SiC este colorată de la verde pînă la negru, are duritatea 9,5—9,7 iar greutatea specifică 3,1—3,4 gf/cm³ ;

— *carbura de bor* (B_4C) se obţine prin încălzirea în cuptoare electrice la circa 2 500°C a unui amestec de anhidridă borică (B_2O_3) cu cocs. Se prezintă sub formă de pulbere sau cristale negre. Are duritatea 9,8—9,95 iar greutatea specifică 2,5 gf/cm³.

Materialele abrazive sînt livrate sub formă de pulbere sau sub formă de benzi de hîrtie sau pînză, pe care pulberea este aplicată cu lianţi, cum şi sub formă de unelte abrazive de format foarte diferit.

După gradul de duritate materialele abrazive artificiale se împart în cinci grupe, notate cu următoarele indicative :

foarte moale :	E, F, G ;
moale :	H, I, J, K ;
mijlociu :	L, M, N, O ;
tare :	P, Q, R, S ;
foarte tare :	T.U.V.

Granulaţia lor are următoarele grupe :

mare	16, 20, 24, 30, 40
mijlocie	40, 46, 54, 60, 80
fină	80, 100, 120, 200
foarte fină	200, 220, 240, 280
extrafină	280, 320, 400, 500.

Alegerea corectă a materialului abraziv determină productivitatea şlefuirii, fineţea suprafeţei prelucrate, cum şi uzura abrazivului, întrucît nu există un abraziv universal corespunzător tuturor tipurilor de prelucrări şi care să fie convenabil şi din punctul de vedere al eficienţei economice.

5.2.3. Şlefuirea pe şaibă

Instalaţia de şlefuire este formată dintr-un ax vertical, pe care este fixată o şaibă de fontă. Axul este pus în mişcare printr-un motor electric. În jurul şaibei este o cutie metalică rotundă, în care se scurge suspensia de apă cu abraziv după şlefuire. Deasupra şaibei se află un mic buncăr cu pîlnie din care curge pe şaibă suspensia de apă cu abraziv. Uneori discul de fontă este înlocuit cu un disc din material abraziv.

Diametrul discului este de 400—800 mm, iar viteza lui de 300—800 rot/min.

În mod obişnuit, şlefuirea se face în două faze : şlefuirea dură şi şlefuirea fină.

Prin şlefuirea dură se atacă suprafaţa sticlei cu ajutorul abrazivilor de granulaţie mare sau mijlocie, urmărindu-se îndepărtarea stratului superficial pînă la dimensiunile cerute. Prin şlefuirea fină, care se realizează prin întrebuinţarea abrazivilor cu granulaţie din ce în ce mai fină, se urmăreşte netezirea suprafeţei rugoase, rămasă de la şlefuirea dură.

5.2.4. Rodarea

Operaţia de şlefuire a anumitor piese de etanşare ca dopuri de borcane şi sticle farmaceutice sau cosmetice şi robinete pentru diverse tubulaturi se numeşte rodare.

Rodarea se face cu un ax orizontal pe care se fixează, într-un dispozitiv de strîngere, dopul produsului ce trebuie rodat. Prin rotirea dopului în gura produsului care este ţinut de muncitor şi mişcat puţin în jurul dopului se execută rodajul dorit. În tot timpul operaţiei se introduce suspensia de abraziv între dop şi gura produsului. Utilizînd abrazive cu granulaţii din ce în ce mai fine se obţine o rodare corectă.

5.2.5. Şlefuirea pe benzi abrazive

Şlefuirea pe discuri de fontă cu suspensie de abraziv sau pe discuri abrazive prezintă unele dezavantaje ca :

— productivitate mică datorită vitezei de şlefuire care este dependentă de factorii prezentaţi anterior şi care, de cele mai multe ori, nu pot fi controlaţi şi nici menţinuţi la valorile lor optime de şlefuire ;

— rebuturi într-un procent ridicat datorită atît discului, cît şi celorlalte condiţii de lucru.

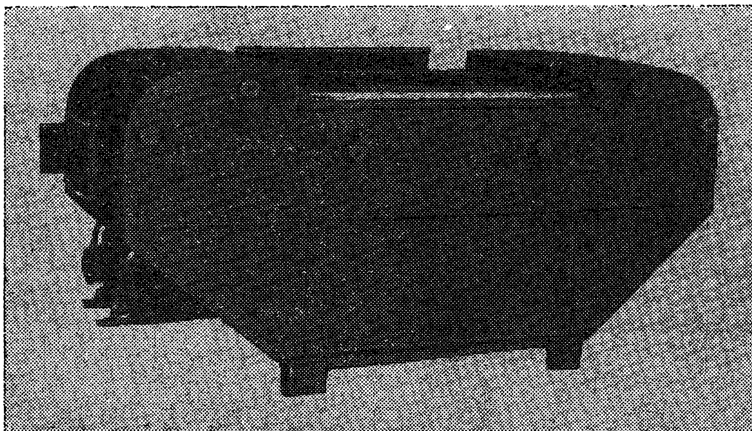
Aceste deficienţe au condus la înlocuirea în mare măsură a acestui procedeu cu procedeul de şlefuire pe benzi abrazive.

Banda abrazivă constă dintr-un suport (bandă textilă) pe care se fixează un abraziv dur ca electrocorindon sau carbură de siliciu cu ajutorul unui liant hidrorezistent. Banda se montează pe o instalaţie orizontală sau verticală prevăzută cu două tambure, din care unul pentru antrenare, iar celălalt pentru întinderea benzii în timpul lucrului şi slăbirea în momentul schimbării. Pentru răcirea suprafeţei sticlei în timpul şlefuirii, banda este alimentată cu un jet de apă.

Şlefuirea se execută într-o singură fază şi se face prin apăsarea suprafeţei articolului pe bandă, care are un suport plan fixat în spatele ei (fig. 5.3).

Viteza benzii este de 600—900 m/min.

Articolele care necesită o şlefuire pretenţioasă, din punct de vedere calitativ, se şlefuiesc pe maşinile cu benzi verticale, ce permit o supraveghere permanentă a produsului în timpul şlefuirii, pe cînd articolele mai puţin pretenţioase şi mai voluminoase se şlefuiesc pe maşini orizontale.



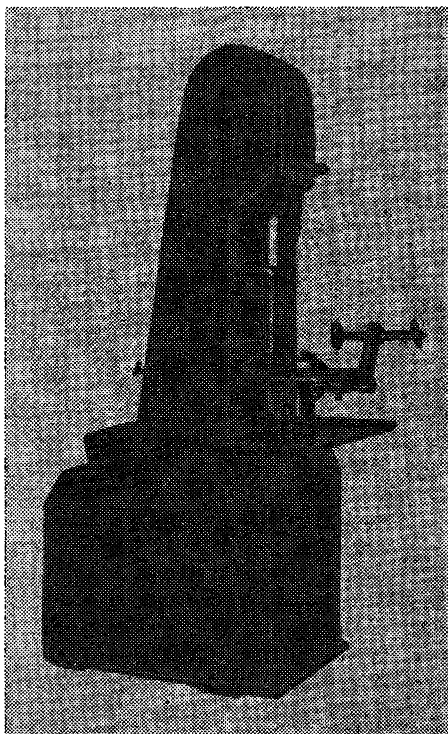


Fig. 5.3. Banda de şlefuit :
a — orizontală ; *b* — verticală.

Granulaţia abrazivului fixat pe benzi variază în funcţie de articolele care se şlefuiesc. Pentru articolele cu o şlefuire mai grosieră se utilizează granulaţia de 100—150. Pentru o şlefuire fină cum este cea necesară la paharele obişnuite se utilizează granulaţia de 180—280. Pentru şlefuirea foarte fină se utilizează granulaţia de 320—500.

În fabricile noastre se utilizează benzile de 3 500/350 mm pentru maşinile orizontale şi de 3 500/120 mm pentru cele verticale.

Productivitatea unei maşini este de 2 500—3 000 pahare de 100 ml/8 h, iar cu o bandă se pot şlefui circa 2 000 pahare.

5.3. Lustruirea

Articolele de sticlă şlefuite prezintă pe suprafaţa şlefuită un aspect mai mult sau mai puţin mat, în funcţie de fineţea şlefuirii realizate. Pentru eliminarea acestui aspect şi obţinerea luciului este necesar ca aceste suprafeţe să fie supuse operaţiei de lustruire (polizare).

Lustruirea se poate realiza în următoarele moduri : mecanic, termic şi chimic.

5.3.1. Lustruirea mecanică

Lustruirea mecanică se realizează după aceleaşi principii ca şi şlefuirea. Ciupiturile foarte mici produse în timpul şlefuirii fine şi care persistă pe suprafaţă pînă aproape de finalul lustruirii, conduc la concluzia că lustruirea mecanică a sticlei constă în esenţă dintr-o microabraziune mecanică superficială, executată la scară submoleculară. Pentru executarea ei se întrebuinţează aceleaşi instalaţii ca la şlefuire, cu deosebirea că discul de fontă este înlocuit cu un disc moale din pîslă, perie sau lemn de esenţă moale, avînd o viteză de 400—800 rot/min. Pe aceste discuri se aduce intermitent sau continuu suspensia de abraziv, care are o granulaţie extrafină.

Ca abraziv se utilizează piatra ponce, kiselgur, oxid roşu de fier şi pentru lustruirile cele mai pretenţioase oxidul de ceriu, care are un efect de lustruire foarte intens.

Pentru eliminarea tuturor neregularităţilor microscopice ale suprafeţei rămase de la şlefuire, este necesar să fie îndepărtat de pe suprafaţa şlefuită, un strat care să depăşească adîncimea rizurilor şi care ajunge la 10—20 μ. Deşi stratul îndepărtat prin lustruire este mai mic decît cel îndepărtat prin şlefuire, totuşi operaţia de lustruire

durează mai mult datorită granulației extrafine a abrazivului. În practică s-a constatat că la temperatura apei de 40°C se obține cea mai bună viteză de lustruire.

5.3.2. Lustruirea termică

Această lustruire se realizează prin topirea superficială a suprafeței șlefuite și netezirea tuturor neregularităților microscopice rămase de la șlefuire. La temperatură ridicată, proeminențele microscopice se înmoaie și datorită tensiunii superficiale a sticlei se uniformizează, suprafața respectivă primind un luciu foarte aspectuos.

În cazul articolelor suflate și șlefuite cum sînt paharele, lustruirea termică se realizează cu ajutorul mașinii de lustruit (ars) Ea se compune dintr-un postament cu un ax vertical pe care este fixată o masă rotativă. Pe marginea mesei sînt 20—30 suporturi, de asemenea, rotative în jurul axului lor.

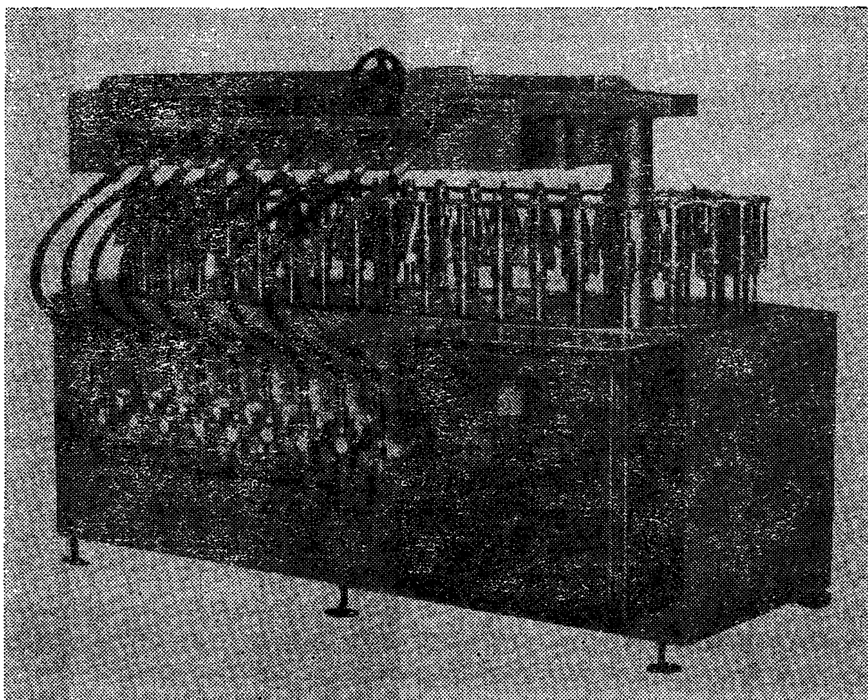


Fig. 5.4. Mașina de lustruit termic.

Deasupra mesei rotative pe o anumită porţiune se află un sector încălzit cu o flacără puternică.

Pentru lustruire, articolele şlefuite se aşază pe suporturi. Prin rotirea mesei, articolele trec fiecare prin sectorul încălzit, iar prin rotirea suporturilor întreaga suprafaţă şlefuită este uniform expusă flăcării, care topeşte toate neregularităţile şi rotunjeşte marginile dînd articolelor un lustru plăcut.

La alte maşini de ars, masa rotativă cu suporturi este înlocuită printr-un conveier cu suporturi, care nu mai are o singură flacără, ci mai multe flăcări ascuţite la nivelul decalotării. Şi în acest caz, suporturile rotative expun întreaga suprafaţă şlefuită în mod uniform flăcărilor (fig. 5.4).

În ultimii ani a fost construită o maşină automată (Biebuyck, fig. 5.5) care execută următoarele operaţii de finisare a paharelor suflate sau a altor articole asemănătoare cu ele :

— decalotarea prin şoc termic ;
— şlefuirea şi lustruirea mecanică a suprafeţii tăiate ;
— finisarea bordurii interioare ;
— finisarea bordurii exterioare ;
— spălarea produselor.

Funcţionarea maşinii se bazează pe principiul conveierului, avînd asigurată succesiunea diverselor funcţiuni prin comenzi electropneumatice.

În maşină sînt incorporate şi accesoriile pentru filtrarea, ungerea şi reglarea presiunii aerului.

Maşina cuprinde 20 posturi de lucru repartizate pe operaţii în modul următor :

În postul *1* se face încărcarea maşinii.

În postul *2* trasarea pe circumferinţa articolului prin capete de trasare autoreglate.

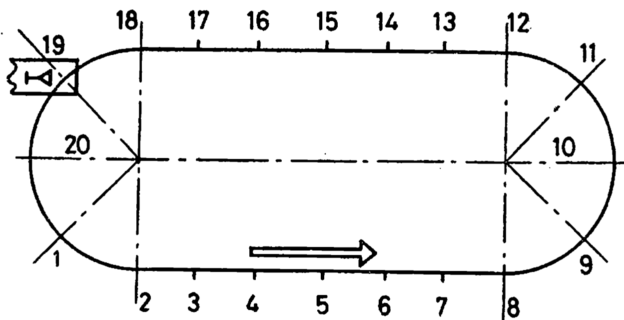


Fig. 5.5. Schema de lucru a maşinii automate Biebuyck

În posturile *3, 4* şi *5* are loc decalotarea prin şoc termic cu ajutorul unor arzătoare de precizie cu 5 becuri montate faţă în faţă.

În posturile *6* şi *7* răcirea forţată a porţiunii încălzite.

În postul *8* îndepărtarea calotei. În posturile *9, 10* şi *11* are loc răcirea naturală a zonei încălzite.

În postul *12* se face o răcire forţată a articolului, în apă. În posturile *13* şi *14* se face şlefuirea dură şi fină a suprafeţii tăiate.

În postul *15* se face finisarea bordurii interioare. În postul *16* finisarea bordurii exterioare. În postul *17* are loc lustruirea mecanică prin discuri de granulaţie foarte fină.

În postul *18* se face spălarea interioară şi exterioară.

În postul *19* se face transferul articolului finisat, pe o bandă de masă plastică.

În postul *20* se face pregătirea pentru primirea altor articole.

În tabelul 5.1 se dau caracteristicile acestei maşini.

Tabelul 5.1

Caracteristicile maşinii Biebuyck

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Lungime	m	2,2
Lăţime	m	1,8
Înălţime	m	1,4
Capacitate de lucru		
Pahare cu Φ la bază	mm	40—135
Pahare cu Φ la gură	mm	40—150
Pahare cu înălţimea fără calotă	mm	45—250
Viteza de lucru	buc/h	900—1 800
Consum de curent electric	kW	3
Greutate	t	2

5.4. Sculptarea (cizelarea)

Sculptarea (cizelarea) este operaţia prin care se realizează, cu ajutorul discului abraziv, un desen în adîncime, sau la suprafaţa articolului, în scopul ridicării nivelului estetic. Se execută cu discuri abrazive a căror diametre variază de la 10 la 40 cm şi grosimea de la 1 la 3 cm. Discurile se rotesc în poziţie verticală cu 150—2 000 rot/min. Ele sînt din electrocorindon sau carbură de siliciu de duritate mijlocie (L.M.N.O.) şi cu o granulaţie cuprinsă între 60 şi 400.

Profilul circumferinţei discului diferă mult, fiind în funcţie de adîncimea sau suprafaţa desenului. Maşinile pe care se montează discurile numite şi „Zeiguri" se compun dintr-o carcasă de fontă bine fixată pe un postament de beton. În interiorul carcasei se află motorul de antrenare cu instalaţia de transmisie şi de schimbarea vitezelor. În tot timpul sculpturii pe muchia discului se aduce o şuviţă de apă pentru răcirea produsului şi pentru îndepărtarea particulelor rezultate.

Sculptarea de suprafaţă se execută cu un singur disc, pe cînd sculptarea de adîncime se execută, în general, în două faze succesive pentru micşorarea duratei operaţiei de sculptare : la început se face o sculptare dură la un disc cu granulaţie de 60—80, după care urmează sculptarea fină la discuri cu granulaţia de 200—280. După sculptare, articolele prezintă un aspect mat şi pentru obţinerea luciului se supun lustruirii mecanice cu peria sau pîslă. În timpul lustruirii se alimentează intermitent suspensia de abraziv extrafin.

Discurile abrazive pentru a putea fi montate pe axul orizontal necesită turnarea plumbului, în vederea formării filetului interior De asemenea, discurile necesită pregătirea (strungirea) muchiilor pentru executarea sculpturii respective.

Înainte de executarea propriu-zisă a sculpturii, este necesară însemnarea pe orizontal şi vertical a articolului, în vederea încadrării modelului în normele cerute şi asigurării corectitudinii modelului.

Sculptarea este influenţată de aceiaşi factori care influenţează şi şlefuirea.

Din practică s-a constatat că cea mai indicată viteză periferică a discului, pentru sculptarea cu electrocorindon este 6—9 m/s, iar la carbura de siliciu 8—10 m/s. Peste aceste viteze apar vibraţii şi riscul producerii arsurilor pe suprafaţa sculptată, datorită îndepărtării apei de către forţa centrifugă.

Pentru obţinerea unor sculpturi drepte sau cu contur regulat, se utilizează şi maşini automate, care sculptează deodată mai multe articole de acelaşi fel şi de aceeaşi mărime. O astfel de maşină este maşina automată P.M.3 (fig. 5.6).

Maşina de sculptat P.M. 3 se utilizează la sculptarea automată a paharelor sau pentru alte articole. Modelele de decoruri ce le poate realiza sînt şlifuri radiale, oblice, inelare, spirale rombice, cum şi combinaţii între ele.

Maşina este compusă din :

— axul cu cele opt staţii de gravat ;

— axul cu cele opt braţe oscilante, suporturi pentru articolele care se gravează ;



Fig. 5.6. Maşina de sculptat P.M.3.

— sistemul de acţionare a discurilor abrazive care se face printr-un motor cu turaţie pînă la 3 600 rot/min ;
— angrenajul de reglare.

Pentru intrarea în producţie se execută următoarele lucrări pregătitoare :

— potrivirea camelor de disc din dreapta şi stînga ;
— montarea suporturilor de cauciuc şi a paharelor ;
— fixarea distanţei dintre pahar şi discul abraziv ;
— avansarea suportului cu pahare ;
— potrivirea lungimii şlifului ;
— stabilirea unghiului de gravare ;
— fixarea poziţiei tuturor braţelor oscilante ;
— fixarea adîncimii şlifului.

Cu aceste operaţii maşina este reglată. După reglare urmează punerea în funcţiune prin butonul de conectare a acţionării şlefuirii. Deconectarea se face automat după terminarea ultimului şlif.

Maşina sculptează 700—1 200 pahare/8 ore în funcţie de complexitatea modelului.

Este acționată prin două motoare a 7,5 kW fiecare.

Necesită : aer comprimat 1 m^3/min. de 4—7 at, vid 1,8 m^3/min. de 0,3—0,4 at.

5.5. Perforarea

Perforarea articolelor de sticlă se face cu ajutorul mașinilor de perforat (găurit), care sînt similare cu cele întrebuințate în atelierele mecanice. Burghiul de perforat este executat din oțel de scule foarte dur și se termină cu două, trei muchii ascuțite. În timpul operației de perforare, burghiul este alimentat cu o suspensie de abraziv, care ajută la străpungere, răcind în același timp atît sticla cît și burghiul.

Cînd operația de perforare este de serie mare, se utilizează burghie diamantate. Viteza de lucru cu burghie diamantate este mult mai mare decît cu celelalte scule.

5.6. Pictarea

Pictarea este procedeul de decorare a articolelor de sticlă prin aplicarea unor coloranți, în scopul ridicării valorii estetice și comerciale a produselor. Acest procedeu este foarte des utilizat, mai ales la sticlăria de menaj.

Din punct de vedere tehnologic procedeele de pictare se clasifică în două grupe :

— pictarea prin decor rece ;
— pictarea prin decor ars.

Prima se execută cu coloranți organici din grupa coloranților de ulei, care se fixează la suprafața sticlei pe baza lacurilor. Datorită faptului că aceste decoruri se degradează ușor, pentru sticlăria de menaj se întrebuințează foarte rar. Utilizarea acestui procedeu în prezent este limitată la ornamente ocazionale, cum sînt globurile de pom de iarnă etc.

Pictarea cu decor ars folosește coloranți anorganici amestecați cu fondanți de natură sticloasă și care se fixează pe articole prin ardere în cuptoare speciale.

După natura coloranților întrebuințați și metoda de aplicare, pictarea cu decor ars se împarte în următoarele subgrupe :

— pictarea cu emailuri ;
— pictarea cu metale ;
— pictarea prin cementare.

5.6.1. Pictarea cu emailuri

Emailurile sînt sticle ușor fuzibile, care conțin unul sau mai mulți coloranți, în vederea obținerii culorii dorite. În compoziția emailurilor intră, prin urmare, fondantul și colorantul.

Fondantul este în general o sticlă de plumb sau de plumb și bor, a cărei compoziție variază în funcție de caracteristicele pe care dorim să le aibă culoarea (transparentă sau opacă).

În tabelul 5.2. sînt prezentate cîteva compoziții de fondanți întrebuințați la prepararea emailurilor.

Tabelul 5.2

Compoziții de fondanți

Materii prime	Pentru culori transparente		Pentru culori opace	
	a	b	c	b
Nisip	12%	14%	30%	30%
Miniu de plumb	68%	64%	55%	70%
Borax	20%	22%	15%	—

Pentru obținerea fondantului, amestecul executat în proporțiile stabilite și bine omogenizat, este topit într-un cuptor rotativ, cu creuzete sau de alt tip la temperatura de 1 300—1 450°C. Sticla obținută se fritează prin turnare în apă, iar granulele obținute se macină fin în mori cu bile și se cerne prin site de 4 900 ochiuri/cm². Praful obținut se amestecă cu coloranții omogenizîndu-se bine, după care se macină din nou și se trece prin sita de 10 000 ochiuri/cm².

În continuare se prezintă cîteva compoziții de emailuri pentru diverse culori :

alb	fondant	12%
	bioxid de staniu	88%
galben de lămîie	fondant	90%
	oxid de staniu	8%
	antimoniat de potasiu	2%
verde	fondant	96%
	oxid de cupru	2,5%
	bicarbonat de potasiu	1,5%
bleumarin	fondant	98,5%
	peroxid de cobalt	1,5%
albastru închis	fondant	70%
	oxid de cobalt	15%
	oxid de zinc	15%

roşu	fondant	90%
	purpura lui Casius	10%
negru	fondant	74%
	oxid de cobalt	13%
	oxid de mangan	13%

5.6.2. Pictarea cu metale

Pentru decorarea articolelor de sticlă uneori se folosesc metalele preţioase : aurul, platina şi argintul.

Se cunosc următoarele procedee de decorare cu metale :

— procedeul cu metale lustruite ;
— procedeul cu metale strălucitoare ;
— procedeul cu lustre.

Procedeul cu metale lustruite. Preparatul întrebuinţat la acest procedeu se obţine prin amestecarea metalului foarte fin măcinat cu un fondant în proporţie de 8/1, în prezenţa unui lichid organic (terebentină). Fondantul, care este în general boratul de plumb sau oxidul de bismut, are rolul de a asigura, prin topire, fixarea metalului pe sticlă. Conţinutul în aur al soluţiei este de 15—17%, iar la argint de 30—40%. După aplicare şi ardere decorurile au un aspect mat. Pentru îndepărtarea acestui aspect este necesară lustruirea. Dacă se doreşte o strălucire mată atunci lustruirea se face la o şaibă de fontă cu suspensie de nisip fin. Pentru o strălucire intensă lustruirea se face prin perie cu suspensie de săpun, sau cu piele de căprioară şi suspensie foarte fină de cretă.

Platina, datorită preţului său foarte ridicat, nu se întrebuinţează în acest procedeu. Decorul acesta este foarte rezistent.

Procedeul cu metale strălucitoare. Preparatul pentru acest procedeu este format dintr-o soluţie coloidală a metalului preţios în balsam de sulf şi ulei de lavandă, la care se adaugă şi un procent mic de fondant. Pentru pictare se întrebuinţează, în general soluţii cu un conţinut de 12% aur.

Grosimea stratului depus prin decor este de circa 1/10 000 mm. Pentru obţinerea unei bune aderenţe între metal şi sticlă, este necesar ca înainte de aplicarea decorului, suprafaţa articolului să fie dezalcalinizată şi degresată. Prin arderea decorului la o temepratură apropiată de temperatura de înmuiere a sticlei, balsamul arde rămînînd pe suprafaţa articolului un strat metalic strălucitor.

Procedeul cu lustre. Lustrele sînt soluţii de compuşi organici ai metalelor, care se obţin prin topirea sărurilor metalice cu răşini. Aceste soluţii sînt apoi aduse la consistenţa necesară cu dizolvanţi organici şi cu uleiuri eterice. Se produc în cele mai diferite nuanţe. Depozitarea lor se face în sticle bine curăţate într-un loc rece şi uscat,

lipsit de razele soarelui. Lustrele sînt foarte sensibile față de praf, de aceea atmosfera încăperii unde se lucrează trebuie să fie lipsită de praf. De asemenea suprafața produselor pe care se aplică, trebuie să fie bine curățată și degresată. Aplicarea lustrelor pe suprafața produselor se face prin metodele obișnuite de decorare, manual cu pensula sau prin pulverizare cu pistolul.

Pensulele care se utilizează la decorarea cu lustre trebuie să fie foarte moi și elastice, cele mai bune fiind din păr de cămilă și coadă de veveriță.

În general lustrele albastre, negre și roșii se aplică în strat mai gros, cele verzi, galbene și cenușii în strat mai subțire, iar cele sidefii în strat foarte subțire.

După aplicarea lor pe suprafața articolului decorat, lustrele formează o peliculă de lac, care prin ardere lasă pe sticlă un strat subțire de oxizi, care este topit pe suprafața sticlei. Grosimea stratului este de circa 1/10 000 m. Diferența dintre indicele de refracție al stratului și al sticlei dă efecte irizante foarte frumoase.

5.6.3. Pictarea prin cementare

În acest procedeu, care este foarte rar întrebuințat, se obține difuzarea ionilor de argint sau cupru în stratul superficial al sticlei printr-un tratament termic adecvat.

Cementarea cu argint se întrebuințează uneori pentru obținerea decorului galben, a cărui intensitate variază după condițiile de lucru. Preparatul pentru decor se obține amestecînd bine sarea de argint (clorură sau azotat) cu ocru-galben sau caolin în proporție 1 la 10. La acest amestec se adaugă o cantitate suficientă de soluție diluată de gumă arabică, în vederea obținerii unei paste. Cu această pastă se pictează articolul, care apoi se arde. Acest procedeu dă rezultate mai bune la sticlele cu temperatura de înmuiere scăzută.

Cementarea cu cupru este mult mai complicată decît cementarea cu argint și se realizează în trei etape. Preparatul pentru decor se obține prin amestecarea sulfatului de cupru cu caolin în proporție de 1 la 10 și adăugarea soluției apoase de gumă arabică. După decorare, articolele se ard într-un cuptor cu mufă la 680—700°C, pentru pătrunderea ionilor de cupru în stratul superficial al sticlei. Articolele se răcesc și se spală pentru îndepărtarea caolinului. Se încălzesc a doua oară la circa 600°C într-un cuptor cu atmosferă reducătoare, pentru reducerea oxizilor de cupru la cupru metalic.

5.6.4. Metode pentru aplicarea decorului

Pictarea ca metodă de aplicare a decorului pe suprafața sticlei oferă o gamă variată de posibilități, de la pictarea manuală pînă la modernele metode automate și cu productivitate ridicată. Metodele utilizate pentru aplicarea decorului se clasifică în următoarele grupe :

— cu pensula ;
— prin șprițuire ;
— cu șablonul ;
— cu decalcomanii.

Metoda cu pensula care este o metodă manuală, datorită productivității mici, se aplică la decorurile de serie mică și în special la cele complexe și artistice în care talentul și îndemînarea artistului decorator are un rol cu totul deosebit. Materialul de aplicat necesită, înainte de pictare, o pregătire corespunzătoare stării în care se află ; coloranții care se găsesc în stare pulverulentă, trebuie aduși în stare de pastă. Această trecere se face prin amestecarea colorantului cu ulei de terebentină, lavandă sau alt lichid uleios. La decorurile complicate se face trasarea cu ajutorul discului a liniilor orizontale și verticale, pentru asigurarea încadrării decorului în suprafața respectivă. Urmează apoi aplicarea colorantului cu pensula pe suprafața articolului. Pensulele întrebuințate sînt destul de variate ca formă și mărime (rotunde, late, lungi, subțiri, groase etc.) pentru a da posibilitatea trasării pe sticlă a decorurilor dorite.

Metoda prin șprițuire se întrebuințează pentru decorarea suprafețelor mai mari. Aplicarea ei se face sub o nișă, unde se aduce produsul pe care se pulverizează colorantul cu ajutorul unui pistol cu aer comprimat.

În vederea pulverizării colorantul se pregătește sub formă de suspensie coloidală, într-o soluție formată din trei părți colorant și o parte alcool etilic sau benzină. Pentru a se fixa bine prin pulverizare și a nu se șterge la uscare, în soluția colorantului se introduce și un fixator (gumă arabică). După șprițuire articolele sînt lăsate să se usuce.

Metoda cu ajutorul șablonului și care se poate executa cu pensula sau prin pulverizare, constă în depunerea colorantului în spațiile libere practicate într-o suprafață (șablon) de tablă, carton sau masă plastică, aplicată pe articolul de sticlă.

O variantă a acesteia este sitografia, metodă în care șablonul este format dintr-o sită cu firul de mătase, masă plastică sau bronz fosforos avînd 4 400—6 400 ochiuri/cm^2. Pregătirea șablonului (sitei) constă, în cazul acesta, în acoperirea suprafeței care nu trebuie pictată cu un lac rămînînd liberă numai porțiunea de sită prin care este necesar să se aplice colorantul.

Sitografia poate fi aplicată prin metode manuale, semiautomate sau automate.

În cele ce urmează se prezintă decorarea prin sitografie cu mașinile Dubuit și Eldred.

Mașina semiautomată Dubuit se utilizează la decorarea unor produse de sticlă ca pahare, borcane, butelii, flacoane etc. Ea se compune din dulapul cu dispozitivele pentru încălzirea electrică a șabloanelor și postul de decorare. Acesta, la rîndul lui, este format din sistemul de prindere a șablonului metalic și a articolului de decorat și din racleta care imprimă decorul.

Suportul de susținere a șablonului glisează orizontal pe o distanță corespunzătoare unei rotiri complete a articolului, iar rolele de susținere a acestuia au o mișcare în jurul axului propriu pentru a permite rotirea articolului în timpul imprimării decorului.

Mașina poate imprima într-o singură culoare.

Modul de lucru este următorul : se montează șablonul cu sita decor pe suportul său. Se pune un articol în postul de decorare și se reglează racleta. Se pune colorantul pregătit pe sită și se pornește mașina, scoțînd apoi manual articolul după decorare, cînd produsele sînt trecute pe banda unui conveier printr-un uscător tunel și apoi sînt duse la cuptorul de ars decor.

Pentru decorarea produselor la mașina Dubuit se recomandă să se utilizeze culori termoplaste, care se caracterizează prin aceea că se înmoaie la căldură și se întăresc imediat după imprimarea decorului prin trecerea la rece. În acest caz, nu mai este necesară faza de uscare.

Productivitatea mașinii depinde de viteza ei de mișcare, de îndemînarea operatorului și de buna reglare a racletei, variind, în funcție de articolele care se lucrează, între 8 000 și 12 000 buc. pe 8 ore. Consumul de curent este de 1 kW.

Linia de decorare a paharelor cu mașina automată Eldred se compune din :

— instalațiile anexe de alimentare a mașinii ;

— mașina de decorat ;

— banda de transport a paharelor la cuptorul de ars decor ;

— instalația de încălzire și menținere a temperaturii culorii termoplast.

Instalația de alimentare a mașinii se compune din două benzi.

Prima bandă primește paharele pe care le transmite la banda a doua iar aceasta le duce la mașină.

La capătul primei benzi se află o celulă fotoelectrică, care are rolul de a asigura ritmul de alimentare la banda următore pe care

se află un ax melcat, cu rolul de echidistanțare a paharelor la alimentarea mașinii Eldred.

Legătura între banda a doua și mașină o face un greifer cu palete, care duce cîte un pahar pe suportul din dreptul capului de absorbție a mașinii.

Mașina de decorat constă dintr-o masă rotativă cu 24 capete de fixare a paharelor prin vid. Deasupra mesei sînt amplasate 4 posturi fixe de decor, pentru aplicarea modelului. Șabloanele sînt încălzite electric.

Paharele sînt puse manual pe prima bandă, de unde trec într-un șir pe banda a doua. De pe aceasta greiferul cu gheare împinge paharele echidistanțate pe suportul capului de absorbție, unde sînt prinse prin vid ; capul de absorbție cu paharul își schimbă poziția din verticală în orizontală, deplasîndu-se spre primul post de decor. Cînd paharul ajunge sub șablon, pinionul cuplează cu cremaliera și rotește paharul pe porțiunea lungimii modelului. După aplicarea unui decor paharul se rotește la poziția inițială, pentru a începe din același loc decorarea în postul următor. Terminînd cu ultimul decor, paharul revine la poziția verticală. Se decuplează vidul și se cuplează aerul comprimat, care împinge paharul pe un suport, iar de pe acesta tot prin jet de aer pe banda de transport.

Caracteristicile de producție ale mașinii Eldred sînt prezentate în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3

Caracteristicile de producție ale mașinii Eldred

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Producția la 1 culoare	buc/8 h	20 000—22 000
Producția la 2 culori	buc/8 h	16 000—18 000
Producția la 4 culori	buc/8 h	14 000 16 000
Consum de:		
aer comprimat de 1,5 at	m³/min	0,8
vid de 0,6 at	m³/min	1,7
de energie electrică	kW	2

Metoda cu decalcomanii folosește desene colorate, realizate cu culori fuzibile sau cu amestec de metale prețioase și emailuri colorate, pe straturi subțiri de lac organic, depuse pe un suport provizoriu de hîrtie.

Depunerea pe suportul de hîrtie se realizează cu ajutorul unui strat adeziv de albumină sau gelatină, care prin umezire permite desprinderea suportului de hîrtie și aplicarea desenului pe produs.

Procesul tehnologic de transpunere a decalcomaniilor de pe suportul de hîrtie pe articolele de sticlă este următorul :

— introducerea în apă a suportului de hîrtie cu decalcomania ;

— desprinderea desenului de pe suportul de hîrtie și lipirea desenului pe articol ;

— îndepărtarea stratului uleios prin ștergere ușoară cu un burete umed ;

— uscarea desenului pe produs la temperatura camerii ;

— arderea.

Prin ardere se îndepărtează lacul, rămînînd desenul fixat pe produs.

Decorarea prin decalcomanii a devenit un procedeu frecvent utilizat în industria sticlei, datorită avantajelor pe care le prezintă și anume o productivitate ridicată și decoruri de calitate superioară.

5.6.5. Arderea decorurilor pictate

Articolele de sticlă decorate prin pictare, după uscare, sînt supuse operației de ardere la temperaturi ridicate, în scopul fixării decorului pe suprafața sticlei, a obținerii luciului dorit și a nuanțelor definitive de culoare, prin volatilizarea tuturor componenților organici întrebuințați la pregătirea colorantului.

Temperaturile de ardere variază în limite destul de largi, fiind în funcție nu numai de compoziția materialului de decorare ci și de compoziția sticlei. Astfel, emailurile au temperatura de ardere cuprinsă între 500 și 600°C, metalele prețioase 540—620°C, iar roșul de cementare 560—700°C.

Alți factori care trebuie să fie luați în considerare la arderea decorurilor pictate sînt durata de menținere la temperatura ridicată și atmosfera cuptorului, care trebuie să fie potrivită coloranților utilizați, în vederea prevenirii apariției unor defecte (bule, reziduii nevolatilizate, alternarea culorilor etc.).

Din studierea diferitelor curbe de ardere se desprind următoarele recomandări :

— pentru evitarea bulelor de ardere precum și tasarea decorului este necesar un bun tiraj, care să asigure îndepărtarea gazelor produse de arderea componenților organici ;

— o menținere prelungită a articolelor în zona de ardere le dă o strălucire mai mare ;

— lustrele verzi şi galbene să nu se ardă împreună cu cele albastre şi roşii ;

— cuptorul, la introducerea articolelor decorate, să nu aibă temperatura mai mare de 140—180°C.

Pentru arderea şi fixarea decorurilor pictate pe produsele de sticlă se folosesc cuptoarele de ardere cu mufă care, după regimul de ardere, se împart în cuptoare periodice şi cuptoare continue.

Cuptoarele periodice sînt camere încălzite indirect, prin mufă. În aceste camere se introduc, pe suporturi, articolele pictate, pînă la umplerea cuptorului, după care se închide bine uşa şi începe încălzirea.

Încălzirea se face lent pînă la atingerea temperaturii de ardere indicată pentru colorantul respectiv, temperatură care trebuie să fie cu 10—25°C sub temperatura de înmuiere a sticlei. La această temperatură produsele se ţin 15—30 min după care focul se reduce treptat pînă la răcire. Aceste cuptoare în prezent se folosesc foarte rar din cauza dezavantajelor pe care le prezintă : productivitate mică, consum de combustibil mare şi rebuturi multe.

Cuptoarele continue cu bandă se aseamănă cu cuptoarele de recoacere tip A.M.C.O., dar, spre deosebire de acestea, au zona de încălzire la mijlocul cuptorului.

Pentru reuşita arderii este necesar ca mufa cuptorului să fie bine etanşată, spre a se asigura în spaţiul de ardere o atmosferă neutră. În caz contrar, prin infiltrarea gazelor de combustie în spaţiul de ardere al produselor decorate, miniul de plumb din fondanţi va fi redus la plumb metalic, deteriorînd culoarea decorului. De asemenea, sulful şi eventual alte impurităţi din gazele de combustie influenţează în mod negativ calitatea arderii, prin deteriorarea nuanţelor decorurilor şi fixarea lor defectuoasă.

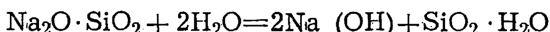
5.7. Prelucrarea chimică a suprafeţei sticlei

Pentru decorarea articolelor de sticlă, în afară de procedeele descrise, se mai utilizează şi procedee chimice de prelucrare a suprafeţei, care se clasifică astfel : gravarea chimică, lustruirea chimică şi matisarea chimică.

5.7.1. Gravarea chimică

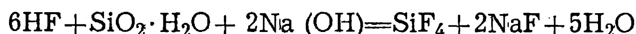
Gravarea chimică a produselor de sticlă constă în obţinerea unor desene prin corodarea suprafeţei cu ajutorul acidului fluorhidric (HF). Se utilizează acid fluorhidric cu o concentraţie de 40% şi greutatea specifică la 20°C, 1,13.

În prezența apei din soluția de acid fluorhidric are loc hidroliza prealabilă a silicatului de sodiu cu formarea hidroxidului de sodiu și a gelului de silice. Reacția chimică care are loc este următoarea :



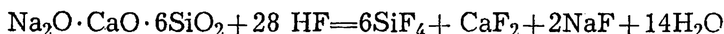
$$Na_2O \cdot SiO_2 + 2H_2O = 2Na\ (OH) + SiO_2 \cdot H_2O$$

Acidul fluorhidric reacționează cu gelul de silice formînd tetrafluorura de siliciu și apă cum și cu hidroxidul de sodiu, dînd naștere la fluorura de sodiu și apă conform reacției :



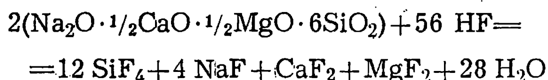
$$6HF + SiO_2 \cdot H_2O + 2Na\ (OH) = SiF_4 + 2NaF + 5H_2O$$

În cazul sticlelor calcosodice reacția chimică este :



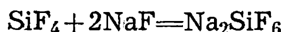
$$Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2 + 28\ HF = 6SiF_4 + CaF_2 + 2NaF + 14H_2O$$

iar pentru sticlele care conțin și magneziu, reacția devine :

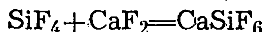


$$2(Na_2O \cdot {}^1/_2CaO \cdot {}^1/_2MgO \cdot 6SiO_2) + 56\ HF =$$
$$= 12\ SiF_4 + 4\ NaF + CaF_2 + MgF_2 + 28\ H_2O$$

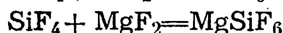
Tetrafluorura de siliciu reacționează cu fluorurile alcaline și alcalino-pămîntoase formînd fluorosilicați :



$$SiF_4 + 2NaF = Na_2SiF_6$$

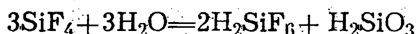


$$SiF_4 + CaF_2 = CaSiF_6$$



$$SiF_4 + MgF_2 = MgSiF_6$$

cum și cu apa formînd în acest caz acidul hexafluorsilicic și acidul metasilicic :



$$3SiF_4 + 3H_2O = 2H_2SiF_6 + H_2SiO_3$$

Atît fluorurile cît și fluorosilicații sînt puțin solubili în apă, rămînînd la suprafața sticlei și dîndu-i un aspect mat.

În mod practic fazele de gravare decurg în ordinea următoare :

— uscarea articolelor de gravat pentru a se asigura aderarea la suprafața sticlei a stratului de protecție antiacidă ;

— acoperirea suprafeței articolelor cu stratul de protecție antiacid, care se face prin scufundarea articolelor uscate într-o baie de parafină, ceară de albine sau mastic (topitură de ceară, colofoniu, ulei de terebentină, grăsimi și parafină). După scoaterea articolelor din această baie, stratul depus se întărește ;

— prelucrarea la mașinile pantograf, de ghiloșat sau eventual chiar manual, pentru zgîrierea pe suprafața articolului a desenului dorit, cu ajutorul unui vîrf de oțel. Prin această zgîriere se îndepărtează stratul de protecție din locurile unde trebuie să fie atacată sticla ;

— controlarea, corectarea şi eventual completarea la locurile care necesită o mai bună acoperire :

— tratarea cu acizi care se face prin imersiunea articolelor în baia de acid fluorhidric, timp de 2—3 min la temperatura de 18—20°C. Parafina nefiind atacată de acidul fluorhidric, vor fi atacate numai porţiunile care au fost zgîriate ;

— îndepărtarea stratului de protecţie se realizează de obicei prin introducerea articolelor într-o baie de apă caldă, unde parafina se topeşte ;

— spălarea articolelor se face cu o soluţie alcalină diluată, pentru neutralizarea resturilor de acid fluorhidric şi apoi cu apă curată.

Maşina de ghiloşat avînd o productivitate foarte mică, deoarece lucrează numai cu un singur post, este foarte rar folosită.

La pantograf transmiterea desenului de pe model pe articol se face cu ajutorul unui vîrf ascuţit care, prin intermediul unui sistem de pîrghii, reproduce pe articolul de gravat mişcările acului conducător. Aceste mişcări se pot transmite deodată la mai multe posturi. Pentru acest motiv pantograful poate să lucreze cu 12 sau 24 de posturi, care îi asigură o productivitate destul de ridicată.

Baia de gravare are următoarea compoziţie :

— acid fluorhidric	40%	100 ml.
— acid sulfuric	80%	40 ml.
— apă distilată		60 ml.

În fig. 5.7 se prezintă un pantograf cu 24 posturi.

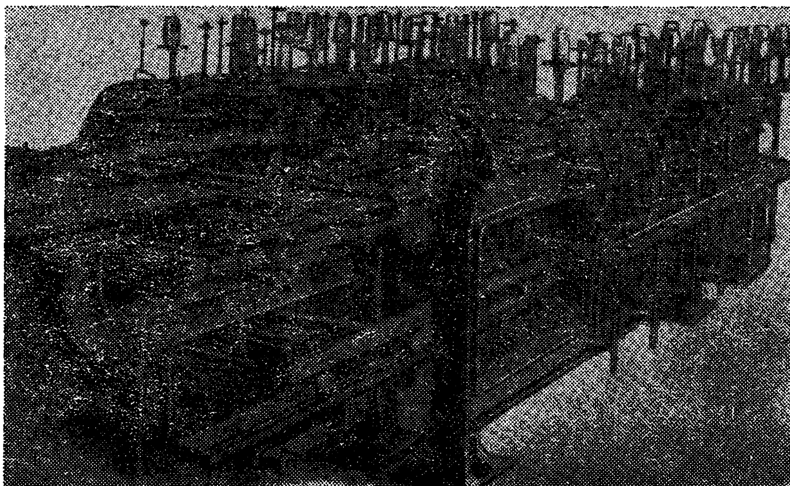


Fig. 5.7. Pantograf cu 24 posturi.

5.7.2. Matisarea chimică

Aceasta este operația prin care, cu ajutorul unor reacții chimice, suprafața transparentă a articolelor de sticlă este adusă în stare translucidă, difuzînd lumina care trece prin ea.

Matisarea se utilizează la articolele de iluminat (abajururi, globuri etc.) în vederea atenuării efectului de strălucire — obositor pentru ochi — a filamentului incandescent, cum și la articolele de menaj, unde se urmărește obținerea unor efecte artistice. Ea se obține prin atacul suprafeței articolelor cu soluție de acid fluorhidric saturată cu diferite adaosuri de fluoruri și sulfați alcalini și de amoniu. Prin aceste adaosuri se urmărește diminuarea solubilității sărurilor care se formează din atacul stratului superficial și depunerea cristalelor acestor săruri sub forma unei pelicule continue pe suprafața atacată. Neuniformitatea atacului determină apariția de proeminențe și adîncituri, care asigură efectul de matisare a suprafeței atacate. În procesul de matisare, un rol foarte important îl are compoziția chimică a sticlei, atît din punctul de vedere al intensității fenomenului, cît și al calității matisării obținute. Astfel, sticlele cu un conținut de trioxid de bor între 10 și 15% nu se matisează, datorită formării fluorurii de bor care este solubilă în apă. La sticlele cu un conținut mic de oxizi alcalini și alcalino-pămîntoși, matisarea se obține greu. Sticlele cu conținut mai ridicat de oxizi alcalino-pămîntoși (calciu și bariu) dau o matisare mai grosieră, pe cînd sticlele cu conținut ridicat de plumb dau o matisare fină, mătăsoasă. Dintre compozițiile cunoscute pentru băile de matisare, cu rezultate bune se întrebuințează următoarele :

— 100 g apă, 8 g fluorură de potasiu și 1 g acid sulfuric ;

— 100 g apă, 100 g bifluorură de amoniu și 20 g acid fluorhidric;

— 100 g bifluorură de amoniu, 25 g acid fluorhidric și 5 g sulfat de bariu.

Printr-un studiu comparativ al matisării s-a constatat că cele mai fine matisări se obțin cu fluorura de potasiu și de amoniu, în timp ce cu floruna de sodiu se obține matisarea mai grosieră.

De asemenea, s-a constatat rolul pozitiv al sulfatului de bariu la repartizarea uniformă a fluorurilor în soluție și, deci, la obținerea unei pelicule fine de matisare.

În funcție de suprafața care se matisează, operația se poate executa fie în baie, fie prin ungere cu pensula sau chiar prin ștampilare. În toate cazurile, după cîteva minute de la aplicare, articolele se spală bine cu apă.

5.7.3. Lustruirea chimică

Aceasta este operația prin care se urmărește eliminarea aspectului mat de pe fețele sculptate ale articolelor, cum și îmbunătățirea aspectului suprafeței sticlei prin obținerea unui luciu cît mai intens. Ea se realizează tot prin atacul chimic al suprafeței sticlei cu ajutorul acidului fluorhidric. Reacțiile care se produc la lustruirea chimică sînt aceleași ca și la gravarea chimică.

Dacă la lustruire se utilizează numai acid fluorhidric, sărurile care se formează sînt în general solubile în apă și procesul de atac al suprafeței sticlei decurge în mod uniform. Dacă se utilizează un amestec de acid fluorhidric cu acid sulfuric se formează și sulfați insolubili, care se depun în adînciturile fețelor sculptate, determinînd un atac mai puternic al proeminențelor fețelor sculptate și prin aceasta o netezire a acestor fețe, ridicînd nivelul calitativ al lustruirii. Viteza de lustruire depinde de concentrația acidului folosit, de cantitatea de săruri formate în unitatea de timp și de solubilitatea lor. Un rol important în viteza de lustruire a sticlei o are compoziția ei chimică. Sticlele cu plumb în compoziție se lustruiesc uniform și mult mai repede, pe cînd sticlele calcosodice se lustruiesc mai greu și mai puțin uniform.

Pentru lustruire se utilizează, de obicei, două sau trei băi din care una pentru lustruirea propriu-zisă, iar restul pentru spălare și neutralizare. Articolele pentru lustruire se introduc într-un coș perforat de masă plastică și cu acesta sînt imersate în baia de lustruire de 3—5 ori. Durata imersării este la început de 5—10 s, apoi crește la 20—30 s. După fiecare imersare articolele se scot, se scurg repede și apoi se introduc în baia de spălare unde se agită circa 10—15 s.

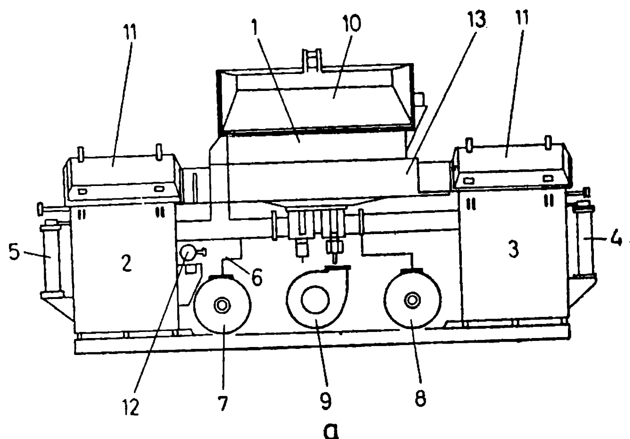
Compoziția unei băi de lustruire este următoarea :

acid sulfuric	60%
acid fluorhidric	15%
apă	25%

Spălarea după imersarea din baia acidă de lustruire are rolul de a dizolva și îndepărta sărurile solubile formate și depuse în adînciturile suprafeței sculptate. Temperatura băii de lustruire este de 40—50°C, iar a băii de spălare de 50—60°C.

Consumul pentru 1 000 pahare de 200 ml este de circa 17 kg acid fluorhidric și 55 kg acid sulfuric. Operația, în general, se face manual. Lustruirea chimică manuală prezintă unele neajunsuri importante pentru eliminarea cărora a fost necesară punerea la punct în ultimii ani a unui procedeu automat, care utilizează o mașină ce execută toate fazele lustruirii chimice.

Mașina de lustruire chimică (fig. 5.8) se compune din următoarele părți principale :



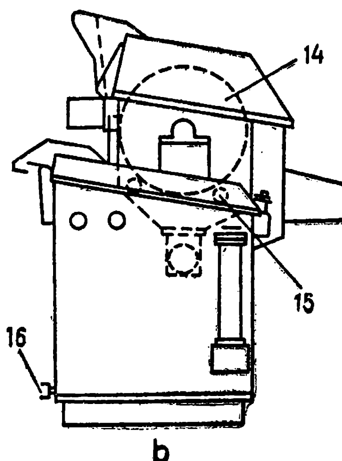


Fig. 5.8. Mașina de lustruire chimică :

a — vedere din față ; *b* — vedere din profil ; *1* — bazinul de lucru ; *2* — cuva de apă ; *3* — cuva de acid ; *4* — nivel de acid ; *5* — nivel de apă ; *6* — conducta pentru apă de spălare ; *7* — pompă de apă ; *8* — pompa de acid ; *9* — priză de aer ; *10* — capacul bazinului de lucru ; *11* — capac cuva de acid și apă ; *12* — motor reductor tambur ; *13* — masa de comandă ; *14* — tamburul de polizare ; *15* — rulou suport ; *16* — ieșirea apei.

— bazinul de lucru ;
— cuva de apă ;
— cuva de acid ;
— stația de pompare a apei și acidului în bazinul de lucru ;
— masa de comandă ;
— tamburul rotativ.

Mașina este construită din polipropilenă, o masă plastică foarte rezistentă.

Articolele pentru lustruire se introduc în tamburul rotativ. Acesta este format din mai multe secțiuni suprapuse, pe care sînt sudate alveole în care se introduc articolele. Numărul secțiunilor și al alveolelor variază în funcție de mărimea articolului. Într-o alveolă se introduce un singur articol. Mașina este pusă în funcțiune de la masa de comandă, fie prin conducere manuală fie automată. Baia de lustruire are compoziția :

— acid fluorhidric	70%	10%
— acid sulfuric	96%	80%
— apă		10%

Temperatura de lucru este de 50—55°C pentru baia de lustruire și de 55—60°C pentru baia de spălare. Procesul de lucru se desfășoară astfel : se prepară baia de lustruire și baia de spălare în cuvele respective și se aduc la temperatura indicată ; se introduc articolele de lustruire în alveole, completîndu-se toate secțiunile. Se ridică tamburul rotativ (fig. 5.9) și se așază în partea superioară a bazinului de lucru.

După așezare se închide capacul bazinului de lucru și se conectează mecanismul pentru rotirea tamburului, care funcționează tot

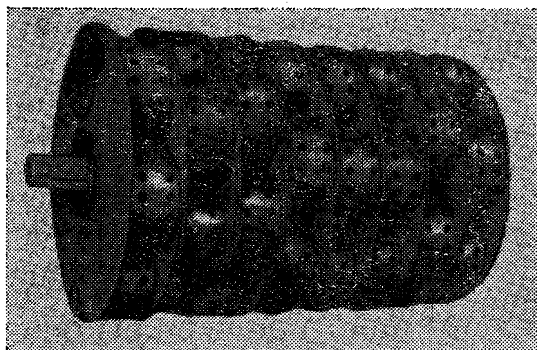


Fig. 5.9. Tamburul rotativ cu secțiuni și alveole.

timpul procesului de lustruire. Se pompează acidul de lustruire din cuva respectivă în bazinul de lucru. După consumarea timpului reglat pentru acțiunea de corodare, acidul revine în cuva respectivă

printr-un ventil de întoarcere. Se pompează apă de spălare în bazinul de lucru, din cuva de apă. După trecerea timpului stabilit pentru acțiunea de spălare, apa se evacuează. Operațiile acestea se repetă de două sau trei ori, după care se face spălarea definitivă și înlocuirea tamburului rotativ. Mașina se construiește pentru diverse capacități de lucru. Tipul S.P.S.I. (Achtal) de exemplu lustruiește circa 2 000 pahare de 100 ml în 8 ore.

Mașina S.P.S.I. prezintă următoarele avantaje față de lustruirea manuală :

— obținerea unei lustruiri calitativ superioare ;

— uniformizarea lustruirii pentru toate articolele ;

— eliminarea emanațiilor toxice din baia de lustruire ;

— creșterea sensibilă a productivității de lustruire ;

— reducerea importantă a consumului specific de acid fluorhidric și sulfuric ;

— chiltuieli mai mici pentru neutralizarea apelor reziduale.

5.8. Alte finisări ale articolelor de sticlă

În afară de principalele finisări prezentate anterior, se mai cunosc și alte forme de finisare a articolelor de sticlă, cum sînt :

— sablarea ;

— decorarea cu disc metalic ;

— depunerea de metale topite ;

— givrarea.

Aceste metode de finisare sînt, însă, mult mai puțin utilizate în practica industrială.

Sablarea este o metodă de decorare a articolelor de sticlă care se aplică pentru matisarea suprafeței. Ea se poate aplica pe întreaga suprafață a articolului sau numai pe anumite porțiuni ale acestuia, pentru evidențierea unor desene. În cazul acesta se întrebuințează șablonul de tablă, în care este decupat desenul care trebuie aplicat pe suprafața articolului. Nisipul, ca agent de sablare, se proiectează pe suprafața articolului, folosind aerul comprimat la presiunea de 2—4 at.

În general, matisarea obținută prin sablare este mai grosieră decît cea obținută pe cale chimică. Instalația de sablare se compune dintr-o carcasă metalică, în care nisipul este antrenat dintr-un mic buncăr de depozitare de curentul de aer comprimat și trimis pe suprafața ce se sablează. Nisipul antrenat izbește suprafața neacoperită de șablon și o matisează.

Decorarea cu disc metalic constă în imprimarea pe suprafața articolelor de sticlă a unui decor, cu ajutorul depunerilor de aluminiu sau cupru. Discurile metalice de aluminiu sau cupru cu grosimea de 2—5 mm și diametrul pînă la 300 mm, se montează pe un ax orizontal. Prin apăsarea suprafeței articolului de decorat pe muchia discului în rotație, se imprimă pe suprafață o urmă argintie în cazul aluminiului sau roșietică, în cazul cuprului.

Depunerea de metale topite constă în decorarea articolelor prin proiectarea de metal topit pe suprafața sticlei, cu ajutorul unui pistol special. Ca metal se întrebuințează aluminiul. Procedeul se utilizează foarte rar.

Givrarea constă în obținerea la suprafața articolului a unui decor asemănător florilor de gheață și se realizează în modul următor. Articolele se acoperă pe suprafață cu un strat de clei, după care se introduc într-o încăpere încălzită. Prin uscare cleiul se contractă și se exfoliază, rupînd particule de sticlă, foarte subțiri și neregulate, de la suprafața produsului. Procedeul se utilizează la decorarea unor globuri de iluminat și în industria geamurilor.

5.9. Defecte de finisare. Cauzele și prevenirea lor

Defecte de decalotare. La decalotarea articolelor pot să apară următoarele defecte :

a) Decalotarea cu ondulații în care muchia obținută nu este dreaptă, ci prezintă ondulații mai mult sau mai puțin pronunțate.

Cauze : — flacăra arzătoarelor nu este ascuțită și încălzește articolul pe o lățime prea mare :

— suporturile mașinii de decalotat nu se rotesc perpendicular pe axul arzătoarelor ;

— peretele produsului nu are grosimea uniformă ;

— peretele produsului prezintă tensiuni de recoacere.

Remedieri : — se va urmări eliminarea tensiunilor de recoacere și repartizarea uniformă a topiturii de sticlă în peretele produsului ;

— se vor controla arzătoarele luîndu-se măsuri de a se asigura, printr-o combustie închisă, o flacără foarte ascuțită, care să încălzească produsele pe o circumferință de lățime foarte mică :

— se vor controla suporturile mașinii luînd măsuri de a se asigura o rotire lină perpendiculară pe axul arzătorului.

b) Decalotarea cu colțuri, în care produsul prezintă bavuri ascuțite pe muchia de decalotare.

Cauze : — duzele arzătorului nu sînt aranjate la aceeași distanță și înălțime, determinînd încălzirea produsului pe mai multe circum-

ferințe, cea ce are drept efect crăparea neregulată a suprafeții la atingerea de vîrful rece ;
— montare la înălțime diferită a vîrfului de atingere față de înălțimea duzelor arzătorului.
Remedieri : — se vor confecționa arzătoare cu duzele în același plan orizontal egale și echidistanțate ;
— se va monta vîrful de atingere la aceeași înălțime cu duzele arzătorului.
c) Decalotarea oblică în care planul de decalotare nu este perpendicular pe axul articolului.
Cauze : — articolul a fost suflat înclinat, neavînd baza de susținere perpendiculară pe ax.
Remedieri : — se va monta corect forma și se va fasona cu îngrijire articolul, pentru a se asigura ca baza de susținere să fie perpendiculară pe ax.
Defecte de șlefuire. a) Șlefuirea incompletă care apare atunci cînd în suprafața ce trebuie șlefuită, apar porțiuni neșlefuite.
Cauze : suprafața discului de șlefuit sau a mesei de la banda abrazivă nu este plană.
Remedieri : — se va rectifica suprafața discului de șlefuit ;
— se va schimba cauciucul de pe masa benzii abrazive.
b) Șlefuirea neuniformă a muchiei interioare sau exterioare, care constă în șlefuirea pe porțiuni mai late sau mai înguste.
Cauze : modificarea unghiului de înclinare a produsului în timpul șlefuirii.
Remedieri : — la rotirea produsului se va da înclinarea de 45°.
c) Știrbituri pe suprafața șlefuită.
Cauze : — granulația prea grosieră a abrazivului ;
— vibrația prea mare a discului sau a benzii de șlefuit.
Remedieri : — se va verifica granulația materialului abraziv și se va lua eventual unul cu o granulație mai fină și bine dozată ;
— se va repara discul sau banda de șlefuit pentru eliminarea vibrațiilor.
d) Șlefuirea oblică a produselor.
Cauze : — nerotirea produsului în timpul șlefuirii ;
— decalotarea oblică a produsului.
Remedieri : — rotirea produsului în tot timpul șlefuirii ;
— ținerea produsului decalotat oblic, în poziție înclinată, cu partea mai înaltă pe banda sau discul de șlefuit și controlul vizual din timp în timp pînă la șlefuirea dreaptă.

Defecte de lustruire termică. a) Aspecte de mat pe suprafața arsă.
Cauze : arderea insuficientă a suprafeței șlefuite.

Remedieri : se va ține produsul un timp mai lung în zona de ardere și se va mări temperatura.

b) Deformarea unor porțiuni din suprafața supusă arderii.

Cauze : temperatura de ardere prea mare sau durata arderii prea lungă.

Remedieri : — se vor regla cei doi parametri de ardere, pentru evitarea topirii pronunțate a suprafeței arse.

Defecte de sculptură. a) Executarea neuniformă a modelului de decor.

Cauze : lipsa de atenție a sculptorului.

Remedieri : — însemnarea produsului pe circumferință și pe verticală pentru corecta încadrare a modelului ;

— mai multă atenție din partea sculptorului la executarea modelului.

b) Executarea incompletă a modelului.

Cauze : neatenție din partea sculptorului.

Remedieri : mai multă atenție din partea scultorului pentru respectarea modelului.

c) Arsuri de sculptare.

Cauze : — turația prea mare a discului ;

— apăsarea prea tare a obiectului ;

— lipsa de apă la sculptare.

Remedieri : se vor regla cei trei factori în vederea prevenirii arsurilor.

Defecte de pictură. a) Aplicarea neuniformă a colorantului.

Cauze : — neatenția pictorului.

Remedieri : — se va omogeniza bine colorantul ;

— se va depune o mai mare atenție, pentru asigurarea unei repartizări uniforme a colorantului.

b) Desprinderea colorantului de pe produs.

Cauze : — cantitatea de lac din vopsea prea mică :

— temperatura sau durata de ardere insuficiente.

Remedieri : — se va mări cantitatea de lac din vopsea ;

— se vor regla cei doi factori de ardere.

c) Apariția culorii negre la decorurile cu aur.

Cauze : — atmosferă reducătoare în cuptorul de ars decor ;

— pătrunderea gazelor cu conținut de sulf în spațiul de ardere a produselor decorate.

Remedieri : — prin reglarea arderii se va asigura o atmosferă neutră ;

— se va etanșa bine mufa, pentru a nu pătrunde gaze de combustie în spațiul de ardere a produselor decorate.

d) Lipsă de luciu a decorurilor.

Cauze : — tirajul insuficient în spațiul de ardere a produselor.

Remedieri : — se va mări tirajul cuptorului, pentru a se asigura eliminarea gazelor degajate.

e) Apariția petelor de nuanță negru-gri la culori deschise.

Cauze : existența unei atmosfere reducătoare în spațiul de ardere a produselor decorate.

Remedieri : — se va etanșa bine mufa cuptorului de ars ;

— se va mări tirajul pentru eliminarea gazelor degajate.

f) Înțepături de ac la decorurile de lustre.

Cauze : — praful depus pe vopsea sau pe decor înainte de uscare ;

— încălzirea prea repede a decorului.

Remedieri : — se va asigura o atmosferă fără praf în spațiul de lucru cu lustre ;

— se va mări timpul de încălzire pînă la temperatura de ardere.

Fasonarea şi prelucrarea sticlei tehnice şi speciale

6.1. Fabricarea tuburilor de sticlă

Tuburile de sticlă denumite şi ţevi sînt semifabricate, întrebuinţate pentru producerea de articole electrotehnice (becuri, tuburi luminiscente şi electronice), pentru fabricarea fiolelor şi producerea aparaturii de laborator, cum şi pentru înlocuirea pe scară din ce în ce mai mare a conductelor metalice din industriile chimice şi alimentare. Diametrul tuburilor variază după utilizarea ce li se dă, iar profilul lor poate fi rotund, oval sau prismatic. Compoziţia chimică a tuburilor trebuie să satisfacă exigenţele impuse de domeniul de utilizare. Procedeele de fabricaţie sînt manuale şi automate. Fasonarea manuală a tuburilor se execută de către o echipă de sticlari şi constă din următoarele faze : pregătirea băşicii ; culegerea prizei ; pregătirea şi presuflarea prizei ; tragerea bulbului pentru formarea tubului. Fasonarea manuală a tuburilor prezintă următoarele dezavantaje : calificare superioară şi experienţă îndelungată a trăgătorilor, productivitate mică şi pierderi tehnologice foarte mari. Datorită acestora, procedeul manual de fasonare a tuburilor este în prezent aproape în întregime înlocuit prin procedeele mecanice de tragere verticală şi orizontală, singurele în măsură să satisfacă cerinţele foarte severe de diametru şi grosime a pereţilor, impuse de dezvoltarea tehnicii actuale.

6.1.1. Instalaţii de tragere verticală a tuburilor

Fasonarea tubului prin tragerea verticală se bazează pe acţiunea presiunii hidrostatice, create în stratul superior al topiturii de sticlă, prin insuflarea aerului comprimat dintr-o duză cufundată în sticlă, cum şi pe creşterea rapidă a viscozităţii sticlei produsă de o

răcire intensă. Prin crearea acestor două acţiuni se anulează forţa tensiunii superficiale, care se formează în locul desprinderii tubului şi care se opune acţiunii de tragere.

Pe acest principiu lucrează în prezent mai multe maşini, din care cele mai cunoscute sînt : Wood, Koroliov şi Corning.

Maşina Wood (fig. 6.1) se întrebuinţează la tragerea tuburilor cu diametru de la 7 la 30 mm sau a baghetelor cu diametru de 5—10 mm. Ea se compune din următoarele părţi : chiuvetă, dispozitivul de tragere, dispozitivul de ghidare, dispozitivul de frînare.

Punerea în funcţiune a maşinii este precedată de următoarele operaţii :

— introducerea în pasta din chiuvetă a pieptenului metalic (o ţeavă metalică zimţată la partea inferioară) ;

— ridicarea pieptenului după ce s-a prins sticla de zimţi, pînă cînd ţeava de sticlă antrenată este prinsă între valţurile de tragere.

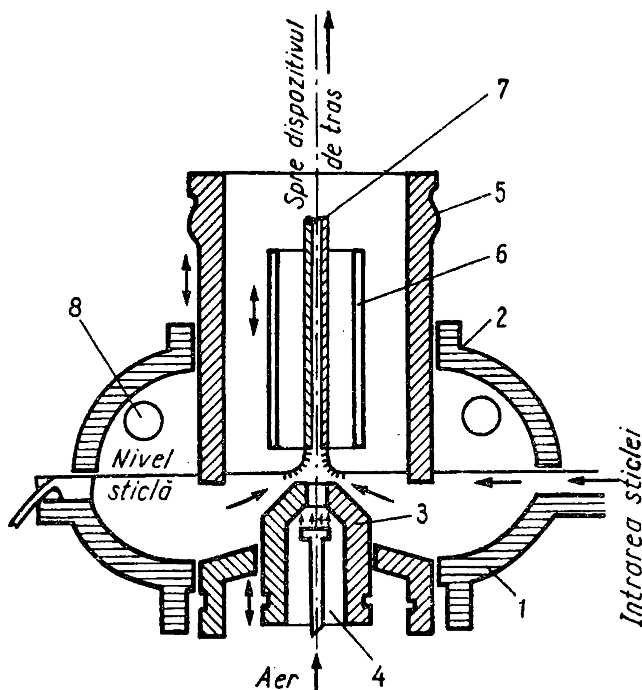


Fig. 6.1. Schema procedeului Wood :
1 — chiuvetă ; *2* — capac chiuvetă ; *3* — duză ; *4* — dispozitiv de suflare ; *5* — manşon ; *6* — răcitor ; *7* — ţeavă trasă ; *8* — gură de arzător.

Cu aceasta s-a pornit tragerea țevii. Imediat se desprinde țeava metalică, se mărește viteza de tragere și se coboară răcitorul metalic din interiorul manșonului, pînă la înălțimea care să asigure rigidizarea țevii trase. Se stabilizează regimul termic în chiuvetă și se reglează în funcție de diametrul și grosimea țevii debitul de aer în duză, cantitatea de apă în răcitor și viteza de tragere.

Tubul ajuns la partea superioară a mașinii este tăiat manual la lungimile necesare și sortat pe diametre. Viteza de tragere a mașinii variază de la 10 la 55 m/min, ceea ce corespunde la o producție de 2 000—2 500 kg/24 h. Toleranțele la diametre pentru țevi de 14—25 mm sînt de ± 1 mm pe metru liniar.

Mașina Coroliov se aseamănă cu mașina Wood. Prin aceasta se poate trage țeavă cu diametrul de la 2 la 30 mm și cu o viteză de 2—20 m/min. Tipul perfecționat al mașinii trage simultan două țevi, avînd o productivitate cu circa 80 % mai mare.

Mașina Corning diferă de primele două. La această mașină sticla curge printr-un jgheab, care formează un rezervor de alimentare și acoperă gura duzei. Un cilindru rotativ servește la omogenizarea termică a pastei și separă spațiul de încălzire de spațiul de tragere. În cilindrul rotativ se află un răcitor, prin care circulă apa pentru răcirea tubului în formare. Aerul de suflare trece de jos în sus printr-o duză, în țeava care se formează. Tăierea țevii se face mecanic.

Mașina poate produce țeavă de la 3 la 180 mm diametru, cu grosimea în perete de la 0,5 la 12 mm. Producția variază în funcție de diametrul și grosimea țevii de la 0,7 la 6,8 t/24 h.

6.1.2. Instalații de tragere orizontală a tuburilor

Mașina Danner al cărui procedeu de lucru este reprezentat schematic în fig. 6.2 se compune din : suportul de ansamblu, mufa, culeele, manșonul și sistemul de acționare.

Linia automată de tras țeavă cuprinde în afară de mașina Danner și următoarele anexe : ansamblul de control al diametrului, mașina de tras-tăiat, mașina de tăiat-flamat, mașina de sortat.

Metoda de tragere. Topitura obținută în cuptor curge pe manșonul cilindric cu înclinare reglabilă, care se găsește în interiorul mufei. În timp ce manșonul se învîrtește, se suflă aer prin interiorul său. Sticla cursă pe manșon, prin rotirea acestuia și suflarea aerului, formează un început de țeavă care este prima dată trasă manual de către operator, pe traseul de rulare pînă la mașina de tras, care mai departe continuă procesul normal de tragere. De la mașina de

tras, țeava ajunge la mașina de tăiat, ce o taie la dimensiunea reglată, apoi la mașina de flamat la capete, care o predă la instalația de sontat. Aceasta clasifică țevile în șase categorii, din care patru utile, una sub și alta supra. Categoriile utile pot fi distanțate la 0,25 mm una de alta sau la 0,5 mm.

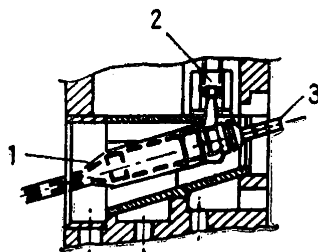


Fig. 6.2. Schema procedeului Danner :
1 — cilindru rotativ de șamotă ; 2 — sticlă care curge din cuptor pe cilindru ; 3 — tubul de suflare a aerului comprimat.

Mașina Danner poate trage țeavă cu diametru de la 8 la 70 mm. Viteza de tragere variază în funcție de dimensiunea țevii, de la 30 la 150 m/min, realizînd o producție de 3 000...3 500 kg/24 ore. Toleranța țevii este ±0,25 pînă la diametru de 20 mm și de ±0,5 mm peste acest diametru.

Procedeul Philips folosește topitura de sticlă din bazinul de topire, care trece pe sub registrul de material refractar și se scurge în interiorul unui cilindru rotativ din oțel special. Datorită forței centrifuge, sticla din tub se repartizează în mod uniform pe peretele interior al cilindrului pînă la capătul lui. De aicea curge mai departe sub formă de țeavă, fiind trasă pe rulouri de mașina de tras, ca și la procedeul Danner.

Procedeul Vello comportă o cuvetă, care are la partea inferioară un orificiu în centrul căruia este plasat un clopot deversor conic. Acest clopot este susținut de o tijă cilindrică, prin interiorul căreia se suflă aerul.

Clopotul prin reglarea lui pe verticală permite modificarea debitului de topitură, după diametrul și grosimea țevii trase, care se formează prin propria sa greutate. Productivitatea mașinii Vello este mai mare decît a celorlalte, iar reglarea toleranței dimensionale a țevii trase se poate face în limite foarte strînse.

6.2. Fabricarea fiolelor

Fiolele sînt recipienți de sticlă incoloră sau brună de capacitate mică (1—100 ml), utilizați, în special, în industria farmaceutică. Sticla din care se confecționează fiolele farmaceutice trebuie să fie o sticlă transparentă, cu o mare rezistență chimică și o bună rezistență la schimbările termice, caracteristici care să asigure buna conservare a soluțiilor medicamentoase timp îndelungat. Această sta-

bilitate chimică definită prin noțiunea de sticlă neutră, este precizată de normele diferitelor țări, iar în țara noastră de Farmacopeea Română, prin probe severe de rezistență, ce constituie o garanție a caracterului neutru a fiolelor.

Conform stasului 80/1974, la noi în țară se utilizează trei tipuri de fiole. Producerea lor se poate realiza prin procedeu manual sau mecanizat.

Procedeul manual constă din următoarele faze : tragere, gîtuire și funduire, prelucrări executate la flacără.

Fiolele astfel obținute sînt de un nivel calitativ necorespunzător cerințelor actuale pentru următoarele considerente : nu sînt uniforme, gîturile au diametre diferite și nu sînt coaxiale cu corpul fiolei, capacitatea lor variază în limite prea mari etc. La aceasta se mai adaugă și productivitatea mică. Pentru aceste motive fabricația manuală a fiolelor este în prezent aproape părăsită. La fabricarea automată unitatea de producție este linia tehnologică de produs fiole care se compune din următoarele utilaje : mașina de fabricat fiole ; aparatul de alimentare a mașinii cu țeavă de sticlă ; instalația de tăiat fiole ; cuptorul de recoacere.

Mașinile de fabricat fiole sînt de diverse tipuri constructive, al căror număr de posturi a crescut de la 8 la 16, iar ultimele modele produse au ajuns la 24 (fig. 6.3) și 36 posturi. Ele sînt rotative, cu funcționare continuă, fiecare post executînd toate fazele de prelucrare.

Funcționarea mașinii se desfășoară în modul următor : țeava lungă de 1,5—1,6 m este introdusă de alimentator în capul liber, unde mandrina postului o primește, fixînd-o cu un capăt pe suportul care limitează lungimea necesară pentru producerea fiolei. Postul de lucru se rotește atît în jurul axei sale cît și în jurul axului central al mașinii pentru ca țeava să fie uniform încălzită pe toată circumferința. Postul de lucru prin învîrtirea mesei rotative a mașinii aduce țeava în dreptul arzătoarelor, care execută operațiile de tragere, gîtuire și funduire. Fiola terminată este eliberată și trece la instalația care execută tăierea.

După tăiere fiolele sînt trecute la cuptorul de recoacere pentru detensionare, care este sincronizat cu mașina de fabricat. După recoacere fiolele sînt sortate și ambalate. Pentru obținerea unui nivel calitativ corespunzător al fiolelor este necesar ca mașinile de fabricație să lucreze cu țeavă de diametru constant și grosime uniformă a pereților. În caz contrar, randamentul de fabricație a fiolelor de calitate va fi mic.

Mașina poate produce fiole de la 1 cm^3 la 70 cm^3 și cu anumite completări pînă la 100 cm^3.

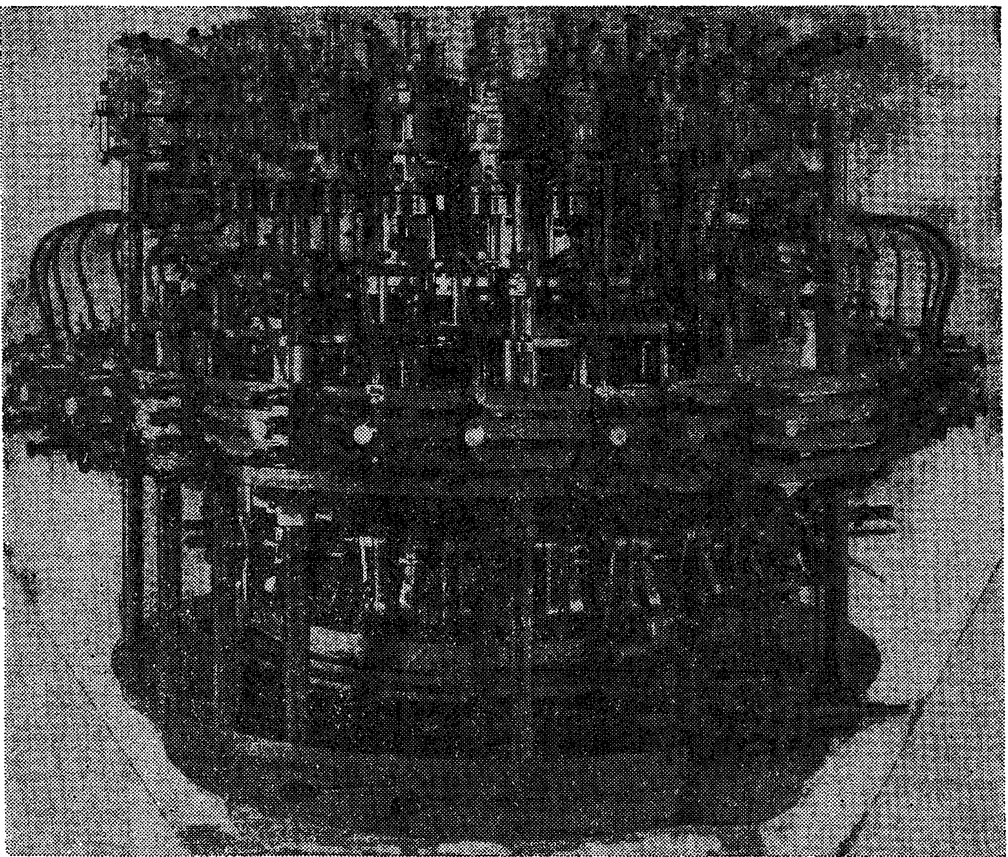


Fig. 6.3. Mașina de fabricat fiole cu 24 posturi.

Capacitatea de producţie a acestor maşini este prezentată în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Capacitatea de producţie a maşinilor de fabricat fiole

Denumirea	Unitatea de măsură	Tipul maşinii	
		cu 16 posturi	cu 24 de posturi
Fiole de 1 cm^3	buc/h	3 000	6 000
Fiole de 2 cm^3	buc/h	3 000	5 500
Fiole de 5 cm^3	buc/h	2 700	5 000
Fiole de 10 cm^3	buc/h	2 100	4 000

6.3. Fabricarea termosurilor

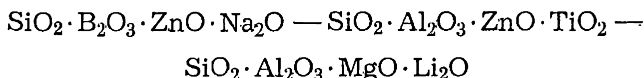
Termosurile sînt vase de sticlă cu pereţi dubli, care se utilizează în scopuri casnice, tehnice sau ştiinţifice, la menţinerea substanţelor introduse în ele un timp cît mai îndelungat, la temperatura de introducere.

Pentru împiedicarea transmiterii căldurii prin radiaţie, suprafeţele interioare ale pereţilor dubli se arginteazā, iar în spaţiul dintre aceşti pereţi se face un vid cît mai înaintat (circa 10^{-3} mm Hg). Procesul tehnologic de fabricare cuprinde următoarele faze : suflarea vaselor, decalotarea lor, sudarea la cele două capete, perforarea vasului exterior şi lipirea ştuţului, argintarea, vidarea, controlul vidului şi al capacităţii de izolare pe 24 h. Suflarea vasului interior şi exterior se poate face prin suflare manuală sau la o maşină automată cum ar fi maşina Olivotto. După recoacere, urmează decalotarea vasului interior la gură şi a celui exterior la ambele capete. Sudarea vaselor la ambele capete se face pe maşini semiautomate alimentate manual. Perforarea şi lipirea ştuţului se face la flacără cu diverse dispozitive. Argintarea se face pe o maşină semiautomată alimentată manual. Vidarea se face într-o instalaţie mecanizată alimentată manual, iar la terminarea operaţiei se face închiderea ştuţului la flacără.

6.4. Fabricarea produselor vitroceram

Vitroceramul denumit şi „Piroceram" constituie o grupă de produse cu caracteristici tehnice superioare, obţinute printr-o cristalizare selectivă şi omogenă denumită „cristalizare dirijată". Tehnologia de fabricaţie a vitroceramului cuprinde următoarele stadii : topirea, fasonarea, nucleaţia şi cristalizarea.

Cele mai frecvente compoziţii vitroceram se încadrează în următoarele sisteme :



$$SiO_2 \cdot B_2O_3 \cdot ZnO \cdot Na_2O — SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot ZnO \cdot TiO_2 —$$

$$SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot MgO \cdot Li_2O$$

Topirea amestecului preparat împreună cu catalizatorul se face în mod obişnuit, obţinîndu-se o sticlă bine omogenizată, din care prin fasonare se obţin articolele dorite. Acestea sînt supuse apoi tratamentului termic de obţinere a vitroceramului. Pentru aceasta articolele se încălzesc treptat pînă la atingerea temperaturii de nucleaţie (650—850°C). Viteza de încălzire variază de la 3 la 8°C/min, în funcţie de grosimea produselor. După atingerea temperaturii de nucleaţie, articolele sînt menţinute la această temperatură timpul necesar (1—4 ore) obţinerii nucleaţiei de densitate dorită. Cristalizarea se obţine în etapa următoare prin menţinerea articolelor la temperatura de 700—900°C, în vederea formării fazei cristaline predominante. După aceasta urmează răcirea produselor care se face lent pentru a preveni apariţia tensiunilor interne. Compoziţia chimică şi tratamentul termic determină caracteristicele produsului finit.

Datorită proprietăţilor remarcabile produsele vitroceram şi-au găsit numeroase utilizări ca : vase de menaj rezistente la foc, izolatori de înaltă tensiune, plăci de construcţii pentru medii corosive, diverse piese pentru tehnica spaţială etc.

6.5. Fabricarea microbilelor

Microbilele de sticlă sînt sfere (perle) cu diametrul cuprins între 0,02 şi 1,5 mm, care posedă o rezistenţă remarcabilă la solicitări mecanice şi au proprietăţi optice deosebite. Datorită acestor proprietăţi microbilele se utilizează ca material filtrant, ca pulbere în diverse cercetări, la cracarea ţiţeiului, la polizarea suprafeţelor metalice, la fabricarea ecranelor de proiecţie a filmelor şi la confecţionarea de panouri indicatoare pentru circulaţia rutieră. De asemenea, microbilele se utilizează în amestec cu vopsea albă la marcajul benzilor

de circulație pe autostrăzi, făcîndu-le mai vizibile noaptea. Procedeele de obținere se împart în două grupe și anume : procedee care folosesc sticla fritată fin măcinată ; procedee care utilizează direct sticla topită.

Primul procedeu, care este mai folosit, constă din : topirea sticlei, fritarea topiturii, măcinarea fritei, rotunjirea particulelor măcinate, sortarea particulelor rotunjite.

Obținerea microbilelor din frita măcinată și cernută, se realizează în instalația prezentată în fig. 6.4.

Sortarea se execută cu un aparat numit rondometru. El este format dintr-un panou de sticlă montat pe un vibrator electric, avînd posibilitatea de reglare a unghiului de înclinare. Microbilele curg într-o șuviță continuă pe panoul vibrator. Cele rotunde alunecă pe panou și cad la baza lui, iar celelalte alunecă în pantă și cad la marginile panoului.

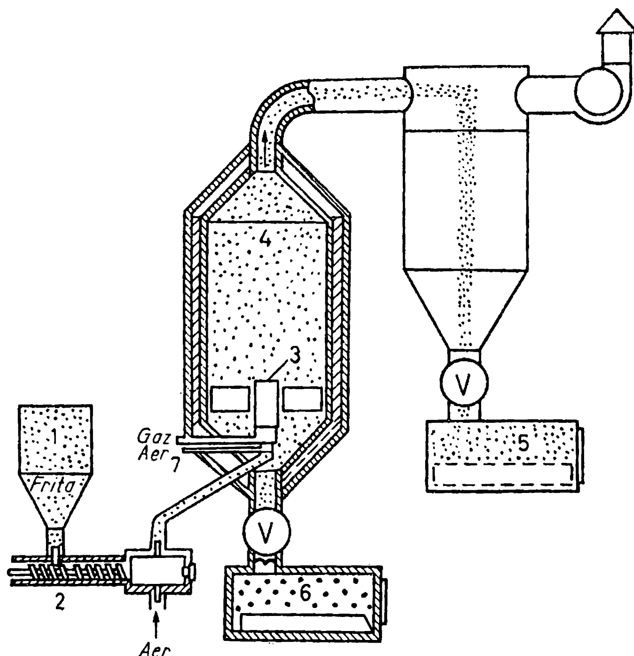


Fig. 6.4. Schema instalației de fabricat microbile :
1 — rezervor pentru frită ; *2* — transportor elicoidal ; *3* — cuptorul de încălzire ; *4* — ciclonul gazelor arse ; *5* — vasul de colectare cu filtru-saci ; *6* — vas de colectare suplimentar ; *7* — arzătorul cuptorului.

Pierderile de fabricație sînt invers proporționale cu diametrul bilelor, ajungînd la 70 % pentru cele de ⌀ 0,08—0,8 mm.

6.6. Sticla-lubrifiant pentru temperaturi ridicate

Procedeele moderne de fasonare a metalelor dure în special prin presarea la cald, duc la uzuri foarte mari a matrițelor și poansoanelor, datorită temperaturii și presiunii mari la care lucrează, dar mai ales a frecării prea mari metal pe metal.

Pentru reducerea uzurii și ameliorarea suprafețelor pieselor obținute, se utilizează lubrifierea acestor suprafețe cu sticlă, care permite scăderea coeficientului de frecare de la 0,12 (metal pe metal) la 0,03 cum și fasonarea la toleranțe minime. Pentru a da rezultate bune, la temperatura de prelucrare a metalului sticla trebuie să îndeplinească următoarele condiții : vîscozitatea sub 100P, să umecteze bine metalul, temperatura de topire aproape de temperatura de fasonare a metalului. În general temperatura lor de topire este de 1 000—1 300°C. După pregătirea amestecului sticla se topește bine și se fritează prin turnare în apă. Se macină apoi la finețea cerută de procedeul de prelucrare a metalului. Pentru asigurarea unei lubrifieri uniforme a lingoului de metal, se utilizează discuri de sticlă perforate. Acestea se obțin prin presarea pulberii fine de sticlă amestecată cu soluție de sticlă solubilă.

6.7. Fabricarea sticlei de nivel

Prin denumirea de sticlă de nivel se înțelege sticla prin care se urmărește nivelul lichidelor în fierbere. Pentru presiuni pînă la 20 at se întrebuințează tuburi de grosimi diferite. Pentru presiuni mai mari se utilizează piese dreptunghiulare, prevăzute pe o față cu mici canale prismatice, datorită cărora se poate observa mai bine nivelul apei. Pentru a rezista la acțiunea și presiunea apei și aburului la temperatura ridicată, este necesar ca sticla să aibă o foarte bună rezistență chimică, termică și mecanică. Topirea amestecului de materii prime are loc într-un cuptor vană la temperatura de 1 560—1 580°C. Fasonarea produselor se face prin presare în poziție verticală, sau mai indicat în poziție orizontală. Produsele presate se detensionează prin tratare la 580—630°C. După recoacere se detașează capetele semifabricatelor și articolele suportă șlefuire brută și fină. După șlefuire urmează tratamentul termic. Acesta se face

într-un cuptor tunel de circa 3 m lungime și constă în încălzirea produselor la 640—660°C și răcirea bruscă la ieșirea din cuptor. Răcirea se poate face în ulei, sau în curent de aer cu o instalație adecvată în acest scop, care trebuie să asigure o răcire dirijată și uniformă pe toată suprafața produsului.

6.8. Fabricarea articolelor de laborator

Articolele de laborator se produc într-o gamă variată, atît din punctul de vedere al compoziției chimice, cît și al formatelor sau modului de prelucrare.

Datorită rezistențelor ridicate pe care trebuie să le aibă aceste articole, atît la atacul chimic cît și la șocul termic, obținerea topiturii pentru fasonarea lor are loc în cuptoare din materiale superrefractare la temperaturi de 1 480—1 600°C. Fasonarea se face prin suflare, presare sau tragere. Semifabricatele astfel obținute suferă prelucrări la flacără sau prelucrări mecanice. Pentru prelucrarea la flacără articolul este ținut și învîrtit pe o mașină sau un dispozitiv, iar mîinile muncitorului conduc flacăra și sculele cu care fasonează anumite părți ale articolului. Pentru sudarea diverselor articole de sticlă se utilizează strunguri cu dispozitive de prindere, astfel construite încît locul de sudură să fie la centru în bătaia flăcării, putînd executa operația orizontal, vertical sau oblic.

Recoacerea la lampă nu se mai utilizează, fiind înlocuită prin cea în cuptoare de detensionare cu program.

Fasonarea articolelor de serie mare, ca pahare, se face cu mașini automate (ex. Olivotto), iar finisarea lor se face după prima recoacere.

Pentru prelucrarea mecanică a semifabricatelor se utilizează mașini și dispozitive speciale, adaptate diverselor prelucrări. Astfel decalotarea produselor se execută în funcție de complexitatea lor cu mașini semimecanizate orizontale de tipul strungului sau verticale, care au posibilitatea de a fi reglate în multe direcții. Mașinile sînt prevăzute cu dispozitive care au vîrfuri din carburi metalice pentru sgîriere circulară pe circumferința articolului, arzătoare circulare de diametru reglabil alimentate cu gaz și oxigen, și cu dispozitive pentru deschiderea și bordurarea gurii. Unele mașini mai au în dotare un dispozitiv cu două arzătoare cu gaz și oxigen pentru executarea ciocului produselor.

Șlefuirea articolelor se face pe șaibe de fontă cu diametru mare (1,5—1,8 m) iar șlefuirea interioară a muchiilor cu dispozitive cuplate cu șaiba și prevăzute cu conusuri de fontă.

Șlefuirea dopurilor interșanjabile se face la mașini cu două polizoare pentru menținerea conicității, iar a gîtului sticlei pe conusuri

metalice cu dimensiuni normalizate. Şlefuirea corpului de robinet produs la flacără se face tot pe conusuri metalice.

Rodarea dopului pe corpul de robinet şlefuit se face în trei faze — grosieră, finisare, polizare — după fixarea dopului în mandrina zeigului.

Perforarea dopurilor se face la maşina de perforat cu perforatoare triunghiulare din oţel widia şi ungere cu petrol, după ce dopurile au fost şlefuite. Marcarea şi inscripţionarea articolelor se face cu maşini de sitografiat sau prin sablare la maşini de sablat cu vid, cum şi prin decalcomanii. Cotarea baloanelor se face la maşină verticală cu lunetă, prin disc din carbură metalică.

Gradarea şi etalonarea articolelor se face prin măsurarea cu mercur sau cu apă a capacităţilor principale şi subdivizarea intervalului prin zgîriere semimecanizată şi atacare cu acid fluorhidric, după acoperirea suprafeţei cu ceară topită.

Instrumentele de măsură bazate pe dilatarea mercurului (termometre, termodensimetre etc.), se confecţionează din ţeavă de sticlă prin prelucrarea la flacără, la care se mai adaugă operaţiile de purificare chimică şi fizică a mercurului cum şi introducerea lui în rezervorul instrumentului respectiv. Termometrele se lucrează dintr-o sticlă de compoziţie specială, la care fenomenul de drpresiune a punctului zero este redus foarte mult, iar deplasarea seculară a punctului zero se elimină prin tratamentul termic de „îmbătrînire" artificială a sticlei.

Filtrele de sticlă care se utilizează în laboratoare şi diverse instalaţii pentru filtrarea soluţiilor, se fabrică din cioburi de sticlă de laborator prin operaţiile următoare : pregătirea materialelor, confecţionarea plăcii poroase, sudarea plăcii poroase în pîlnia de sticlă, detensionarea filtrului obţinut.

Pentru prima operaţie, cioburi de sticlă cu aceleaşi caracteristici ca pîlnia la care urmează să se sudeze placa poroasă, se macină într-o moară cu bile şi apoi se face sitarea pe granulaţie. Confecţionarea plăcii poroase necesită practicarea într-o placă de grafit a unui locaş de aceleaşi dimensiuni cu a viitoarei plăci. Acest locaş se completează cu granulele de sticlă sitate la aceeaşi dimensiune, apoi placa se introduce într-un cuptor încălzit la temperatura de înmuiere a granulelor, unde se sinterizează. Se scoate placa din cuptor, se răceşte, apoi se scoate filtrul format din locaşul lui şi se corectează dimensional prin şlefuire. Pentru sudare se introduce filtrul obţinut în pîlnia încălzită la locul de fixare şi cu un cleşte circular se strînge pîlnia în jurul filtrului. Imediat după sudare filtrul se supune detensionării, pentru eliminarea tensiunilor formate.

6.9. Fabricarea sticlei pentru dozimetria radiațiilor

În unele laboratoare și industrii este necesară măsurarea și înregistrarea dozei de radiații, la care au fost expuse unele materiale, agregate sau viețăți.

În ultimii ani utilizarea sticlei pentru aceste determinări s-a impus față de alte procedee, datorită proprietății pe care o au unele sticle de a se colora cînd sînt excitate cu radiații ultraviolete (de $\lambda=365$ mμ), după ce au fost expuse la radiații ionizante. Intensitatea colorării este direct proporțională cu doza de radiații primită.

Dintre compozițiile de sticle experimentate, s-a constatat că cele mai sensibile sînt sticlele fosfatice cu ioni de argint. Aceștia prin expunerea sticlei la radiațiile ionizante o colorează într-o nuanță roșie portocalie.

Amestecul pentru topire se face prin omogenizarea foarte bună a metafosfaților respectivi și acid boric, iar topirea în cuptor cu creuzete avînd mediu slab oxidant sau neutru. Topitura trebuie să fie foarte bine omogenizată și afînată. Din ea se trag baghete cu diametrul de 1—4 mm, apoi se taie la lungimea de 6—7 mm. Bucățile tăiate trebuie să aibă un diametru cilindric foarte uniform.

6.10. Fabricarea sticlei de cuarț și a sticlei vycor

Sticla de cuarț datorită stabilității ei chimice și în special rezistenței termice foarte mari, are utilizări în diverse ramuri industriale. Din punctul de vedere al aspectului se prezintă în două forme : sticla netransparentă datorită bulelor de gaze incluse și sticla transparentă.

Sticla netransparentă se obține prin topirea la circa 1 850°C a nisipului cuarțos, cu un conținut minim de 99,5% SiO_2, în cuptoare electrice cu rezistență de grafit.

Sticla transparentă se obține prin topirea la peste 1 900°C a unui nisip cuarțos mai pur (99,7—99,9% SiO_2), într-un cuptor electric cu carcasă metalică, încălzit prin curent de mare intensitate.

Pentru industria optică se obține o sticlă de cuarț cu transparență foarte bună, prin topirea pulberii fine de cuarț (99,7—99,9% SiO_2) cu flacără oxiacetilenică, într-o instalație specială.

O sticlă cu proprietăți foarte apropiate de a sticlei de cuarț (coeficientul de dilatație termică 7,5—9,10 $^{-7}$ față de $5{,}8\cdot10^{-7}$ a sticlei de cuarț), dar care se obține în condiții de topire și prelucrare mult mai accesibile, este sticla vycor.

Fabricarea sticlei vycor se bazează pe proprietatea sticlelor de borosilicat, de a se separa cînd sînt supuse unui tratament termic special, în două faze sticloase. Aceste faze diferă mult din punctul de vedere al compoziției chimice și al proprietăților. Una conține 95—97 % SiO_2 și este foarte rezistentă chimic și termic, iar cealaltă conține numai 10 % SiO_2 și se dizolvă relativ ușor în acizi. Procedeul de fabricare constă din următoarele faze :

— topirea unei sticle de compoziție 60—80 % SiO_2, 20—30% B_2O_3 și 4—10 % Na_2O ;

— fasonarea produselor prin procedeele obișnuite ;

— tratarea termică a produselor circa 72 ore la temperatura de 550—650°C, pentru separarea celor două faze ;

— tratarea produselor cu o soluție concentrată de NaOH pentru îndepărtarea peliculei superficiale ;

— tratarea cu HCl la 60—70°C un timp mai lung sau mai scurt în funcție de grosimea produselor pentru dizolvarea fazei solubile în acid ;

— după îndepărtarea acestei faze, produsele se încălzesc la 850—950°C pentru închiderea porilor. În urma acestui tratament termic produsele suferă o contracție mică și își recapătă transparența.

6.11. Fabricarea sticlei optice

În general prin sticlă optică se înțelege o sticlă perfect omogenă și transparentă cu indici de refracție și dispersie constanți și bine definiți.

Prin omogenitate se înțelege atît omogenitatea chimică cum și omogenitatea fizică, care se caracterizează prin lipsa tensiunilor interne, a căror prezență dă naștere la dubla refracție. Alte calități care se cer acestei sticle sînt : transparența foarte ridicată peste 98 % ; lipsa incluziunilor gazoase ; stabilitatea chimică bună, și în anumite cazuri : coeficient de dilatație mic, pierderi dielectrice mici etc. Compoziția chimică a sticlei optice este foarte variată, datorită necesităților diverse ale aparatelor optice din domeniile științei și tehnicii. Sticlele optice se clasifică în :

— sticle — crown cu un coeficient de dispersie $>$ 50 ;

— sticle — flint cu un coeficient de dispersie $<$50.

În general sticlele crown sînt sticle borosilicatice cu BaO ; CaO sau alte elemente, iar sticlele flint sînt cu un conținut ridicat de PbO. Între aceste categorii se află sticle intermediare la care indicele de refracție și dispersia variază independent unul de altul, datorită componenților chimici adăugați (titan, fluor, stibiu, pămînturi rare etc.),

care imprimă sticlei calitățile optice solicitate și influențează în mare măsură procesul tehnologic de fabricație. Materiile prime utilizate la fabricarea sticlei optice trebuie să fie foarte pure. Principalele impurități dăunătoare ale acestora sînt : Cr_2O_3, CuO, Fe_2O_3, care colorează sticla, micșorîndu-i transparența. De aceea primii trebuie să lipsească complet, iar ultimul să nu depășească mai mult de 0,005 %.

Decoloranții fizici nu se utilizează la sticla optică, pentru că ei micșorează transparența sticlei. Ca afinanți se întrebuințează numai azotații și arsenicul. La depozitarea materiilor prime și la prepararea amestecului se iau cele mai severe măsuri pentru prevenirea impurificării lor. Topirea sticlei se face prin procedeul continuu în cuptoare vană sau prin procedeul discontinuu în cuptoare cu creuzete la 1 350—1 500°C. În cazul cuptorului continuu, bazinul de afînare, omogenizare și fiderul cuptorului se placheazà cu foiță de platină. Din acest cuptor sticla se obține sub formă de piese semifabricate pentru produsele de serie mare, sau sub formă de calupi cu dimensiuni favorabile utilizărilor ulterioare.

La topirea în creuzete ciclul de realizare a unei șarje este de 6—7 zile, inclusiv omogenizarea care se face cu o instalație prevăzută cu un agitator îmbrăcat în platină. Topitura obținută este turnată într-o ramă metalică și apoi introdusă la recoacere, care durează 10—20 zile. După recoacere, blocul obținut se taie în calupi, se controlează și cei găsiți buni se taie la dimensiunile sortimentelor cerute. Acestea se șlefuiesc și se lustruiesc pe două fețe opuse, se spală cu apă distilată și după control se ambalează.

În multe cazuri calupii controlați sînt tăiați în piese de greutate apropiată de a produsului finit, care sînt apoi presate la cald în matrițe încălzite electric, la dimensiunile produsului finit, după care se detensionează și se finisează. Omogenitatea chimică a sticlei se asigură prin omogenizarea perfectă a topiturii, iar omogenitatea fizică prin reducerea tensiunilor interne sub limita de 10 mμ/cm, față de 90 cît se permite la articole curente.

Sticlele flint se topesc în două etape. În prima etapă are loc topirea brută și fritarea, iar în etapa a doua topirea finală, omogenizarea și limpezirea.

Cele mai pretențioase sticle optice se topesc în cuptoare electrice de tip inductiv, care se compun dintr-o cameră metalică cu o bobină al cărui miez este creuzetul de platină montat într-un creuzet ceramic. Creuzetele au în fund un orificiu cu tub de platină, prin care se scurge sticla topită și care în timpul elaborării topiturii este obturat.

Cuptorul mai are un dispozitiv de agitare cu tijă de platină. Clasicul procedeu de obținere a sticlei optice prin topire în creuzete

de șamotă, agitare mecanică pentru omogenizare, răcirea lentă timp de 6—10 zile și sacrificarea creuzetului, se mai utilizează și în prezent dar în proporție mai mică.

Pentru reducerea pierderilor de lumină prin reflexie la aparatura optică, se aplică pe suprafața lentilelor de sticlă pelicule de fluoruri (MgF_2 sau CaF_2) prin vaporizarea în vid și depunerea vaporilor, micșorîndu-se astfel coeficientul de reflexie de la 4—5% la 0,4—0,7%.

Lentilele pentru ochelari de vedere sînt tot sticle optice (semioptice), din categoria crown, dar cu toleranțe mai mari la indicele de refracție, avînd o transparență minimă de 94%.

În grupa sticlelor optice sînt incluse și sticlele filtrante din punctul de vedere al absorbției și transmisiei selective în diferitele domenii ale spectrului. Dintre acestea cele mai importante sînt următoarele :

— sticlele de semnalizare utilizate în circulația rutieră, feroviară, aeriană și maritimă. Ele trebuie să transmită benzi de lungimi de undă bine delimitate și să aibă o transparență ridicată pentru a da o semnalizare clară. Prin diverse norme sau standarde sînt stabilite lungimile de undă transmise pentru fiecare culoare în funcție de utilizări. Producerea lor se face prin fasonare sub diferite forme de plăci sau lentile, iar topirea în creuzete sau vană de zi, fiind vorba de cantități mai mici. Regimul termic de elaborare a topiturii variază, fiind în funcție de coloranții care se adaugă pentru obținerea nuanțelor și transmisiilor respective. Astfel, pentru culoarea roșie este necesar un regim slab reducător sau neutru, pentru verde regim oxidant, pentru galben regim neutru, iar pentru albastru regim oxidant ;

— sticlele de protecție față de radiațiile luminoase intense. Din această categorie fac parte sticlele pentru sudură, sticlele pentru privit în cuptoare cu temperaturi ridicate și sticlele pentru ochelari de soare. Primele trebuie să absoarbă radiațiile ultraviolete și infraroșii, iar cele de privit în cuptoare să rețină radiațiile calorice și ultraviolete. Cele pentru ochelari de soare trebuie să absoarbă în mod uniform toate radiațiile, păstrînd raportul dintre culori. Fasonarea lor se face prin presare sau tragere, necesitînd, după recoacere, șlefuire și polizare ;

— sticlele permeabile la radiațiile ultraviolete (sub 320 mμ) și care se utilizează la lămpile de laborator cu vapori de mercur, la semnalizări invizibile, în practica medicală etc. Aceste sticle se obțin prin metodele obișnuite de lucru, dar din materii prime lipsite de metale grele. Sticla de cuarț este cea mai permeabilă pentru razele ultraviolete.

Fasonarea şi finisarea sticlei de construcţii

7.1. Fasonarea prin tragere a sticlei plane

7.1.1. Scurt istoric privind dezvoltarea producţiei de sticlă trasă

Fabricarea sticlei plane este cunoscută cu mult în istorie. Primele mărturii au apărut cu 4 000 de ani înaintea erei noastre. Sticla folosită ca podoabă sau obiect de utilitate era obţinută prin diferite procedee.

Sticla plană a început să se fabrice la început prin procedeul platourilor, unde planeitatea se obţinea prin aplicarea în industrie a proprietăţilor de aplatizare prin folosirea forţelor centrifugale. Ulterior a apărut procedeul de fabricaţie din cilindri cu diferite variante. Varianta fabricării cilindrilor de sticlă prin suflarea manuală a fost răspîndită în cele mai multe fabrici pînă în jurul anilor 1900.

În anul 1896 Lubber în Statele Unite şi Sievert în 1902 în Germania au introdus procedeul de suflare mecanică a cilindrilor, din care apoi prin tăiere şi desfacere la cald se obţineau sticle-plane (pe mese plane).

Sistemul a fost introdus pe scară industrială de societatea Window-Glass în Statele Unite şi în Compania franceză Saint-Gobain la fabrica de sticlă de la Aniche. Acest procedeu a fost exploatat apoi de fabrica de sticlă din Chalon pe Saône pînă în anul 1929.

În anul 1907 Sievert a pus la punct în Bohemia (Cehoslovacia) un procedeu industrial asemănător.

Începînd din perioada anilor 1902 Fourcault în Belgia şi Colburn în Statele Unite au început cercetările pentru tragerea directă mecanică a sticlei plane. După multe dificultăţi ei au pus la punct

tehnologia de tragere directă. În anul 1914 a început să producă prima uzină după procedeul Fourcault. În anul 1917 încep să producă în Statele Unite prima instalație Libbey-Owens ce aplica principiul de tragere Colburn.

În anul 1921 se brevetează un nou procedeu în Statele Unite sub numele inventatorului Slingluff și aplicat industrial de firma americană „Pittsbourgh-Plate. Glass Co.". Procedeul de tragere fără debiteuză se generalizează în lume sub numele de procedeul de tragere „Pittsbourgh".

După anul 1945 atît procedeul Fourcault cît și Pittsbourgh au suferit o serie de modernizări și adaptări, care au dus la creșterea considerabilă a producției și a calității acesteia.

7.1.2. Tragerea verticală a sticlei prin procedeul Fourcault

Dacă se introduce o placă solidă într-un lichid vîscos și se trage lent această placă, ea antrenează o oarecare cantitate de lichid, groasă care urcă deasupra suprafeței lichidului. Fenomenul se continuă dacă placa continuă să se ridice, dar filmul de lichid se îngustează pînă se produce ruperea acestuia. Dacă însă odată cu ridicarea filmului de lichid se produce și răcirea acestuia, ruptura nu se mai produce.

Așa cum se vede în fig. 7.1 dacă se analizează într-un punct oarecare *B* forțele care acționează se observă că forța *P* de tracțiune și forța *G* gravitațională tind să lungească foaia de sticlă. Forța *F*, datorită tensiunii superficiale, tinde să îngusteze banda de sticlă.

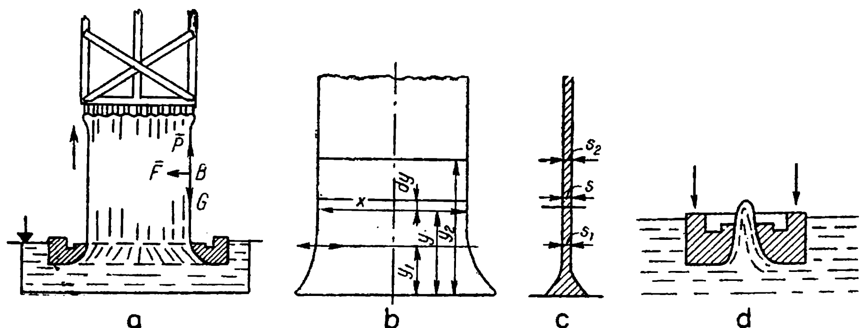


Fig. 7.1. Schema tragerii verticale cu debiteuză și a forțelor care acționează în procesul de tragere:

a — secțiune transversală prin puțul de tras; *b* — schema forțelor care acționează în procesul de tragere; *c* — secțiune transversală prin banda de geam; *d* — secțiune transversală prin debiteuză.

Pentru a se putea preîntîmpina deformarea foii sub acțiunea celor trei forțe se crește viscozitatea prin răcirea foii de sticlă.

La procedeul Fourcault se introduce în masa de sticlă o piesă refractară denumită debiteuză. Această piesă de formă paralelipipedică are la mijloc o fantă verticală care este ca nivel inferioară marginilor debiteuzei. Dacă se apasă ușor această piesă, o cantitate de sticlă iese prin această fantă și tinde să se ridice pe toată lățimea fantei în sus. Se creează astfel o forță dirijată în sus ce micșorează efectul celorlalte forțe.

Debiteuza are deci următoarele roluri :

— banda de sticlă care se formează, prinsă de placa metalică denumită pieptene, este alimentată continuu și efectul tirajului redus la minim. Apăsînd mai mult sau mai puțin această piesă refractară se poate varia debitul de sticlă alimentat ;

— aderența sticlei la pereții fantei este suficentă pentru a împiedica îngustarea foii trase.

Dacă se produce o răcire puternică a benzii de sticlă, atunci greutatea elementară a secțiunii transversale a benzii la înălțimea de ridicare y se scrie sub forma :

$$Q=xsyq, \tag{7.1}$$

unde : s este grosimea foii de sticlă ;
x — lățimea foii de sticlă ;
y — înălțimea foii de sticlă ;
g — greutatea specifică a sticlei.

Dacă operația de tragere se continuă și banda de sticlă crește cu mărimea dy cum se vede în fig. 7.1 expresia (7.1) capătă forma :

$$Q=xs(y+\mathrm{d}y)g \tag{7.2}$$

Greutatea întregii foi trase se poate calcula atunci cu formula :

$$Q=g\int_0^y xs\mathrm{d}y \tag{7.3}$$

În cazul practic cînd grosimea foii rămîne constantă, atunci

$$Q=Q_2-Q_1=gs\int_{y_1}^{y_2} x\mathrm{d}y \tag{7.4}$$

Forța care tinde să îngusteze foaia de sticlă este o funcție de greutatea foii și de viscozitatea sticlei :

$$Z=Z(Q, \eta) \tag{7.5}$$

unde η este viscozitatea sticlei.

Dacă se ține seama că și lățimea foii de sticlă depinde de înălțimea ei, adică $x=x(y)$ atunci ecuația (7.4) capătă forma generală :

$$Q=g\int_{y_1}^{y_2} x(y)\ y dy. \tag{7.6}$$

7.1.2.1. **Construcția și instalațiile folosite la tragerea geamului după procedeul Fourcault.** *Canalul de lucru.* Cuptorul de topire alimentează, de obicei, o zonă de afinare-răcire, după care sticla ajunge în canalul de lucru. Mașinile se amplasează astfel încît pînă la zona de tragere să nu mai fie nevoie de reîncălziri ale sticlei. Prin pierderea treptată de căldură se urmărește a se obține sticla la temperatura și viscozitatea dorită. În fabricația curentă amplasarea mașinilor se poate face în diferite moduri. Cea mai frecventă este sub forma de cruce. Fiecare canal se termină cu trei mașini de tras, una amplasată la capăt iar două în cele două părți (lateral).

Se pot practica două canale de tragere în formă de V, iar fiecare ramificație deservind trei mașini de tras. Cuptoarele Fourcault se prevăd cu 3—4—6—9—12 mașini.

Bazinul de topire al cuptoarelor are lățimea de 6 pînă la 9 m, adîncimea bazinului 120 sau 150 cm. Înaintea zonei de răcire se practică baraje termice de diferite construcții.

Adîncimea canalelor de lucru este de obicei de 90 cm. Uneori adîncimea canalului de lucru se poate majora pînă la 120 cm sau micșora pînă la 60 cm, după caracteristicile sticlei folosite și calitățile acesteia. Lățimea canalului de tragere se corelează după lățimea camerii de tragere. Aceasta se determină după lățimea benzii care trebuie obținută în mașina de tras. De obicei cea mai ridicată temperatură sticla o are în mijloc la o adîncime de 13—27 cm sub nivelul sticlei. Către margini sticla este de obicei mai rece.

Ca materiale folosite canalele de tragere se execută din refractare superioare. Pereții laterali se execută din refractare electrotopite. Fundul se execută din blocuri de șamotă placate cu plăci refractare electrotopite cu grosimi de la 60 la 90 mm.

Camera de tras. În fig. 7.2 se prezintă camera de tras în cele trei variante cunoscute astăzi pe scară mondială. Camera de tras se leagă cu canalele de tragere (fig. 7.2, *a*). Delimtarea ei se face cu ajutorul podurilor refractare *4*. Acestea sînt executate de obicei din refractare șamotice supraaluminoase și se montează sub forma unor bolți drepte. Umerii de boltă se execută sub forme speciale și se sprijină la exterior de pereții bazinului pe un sistem de strîngere elastic (placă metalică cu șuruburi de strîngere). Sub poduri

se introduce subpodul 5 imersat în sticlă. Debiteuza 7 se introduce în sticlă sub mașina de tras 3. În peretele lateral al camerii de tras se practică un orificiu 6 folosit la curățirea sticlei și la reglarea temperaturii, folosind uneori un arzător. Lățimea camerii de tras

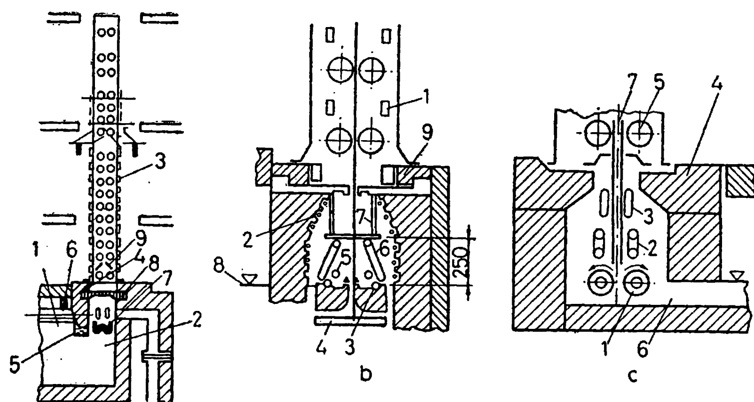


Fig. 7.2. Schema tragerii verticale prin procedeul cu debiteuză : *a* — procedeul Fourcault. Secțiune longitudinală prin camera de tras ; *1* — sticla topită ; *2* — camera de tragere ; *3* — mașina de tras ; *4* — poduri refractare ; *5* — subpoduri refractare ; *6* — orificiu pentru arzător ; *7* — debiteuză ; *8* — consolă refractară ; *9* — apărătoare interioară ; *10* — răcitoare ; *b* — procedeul Fourcault modernizat. Secțiune longitudinală prin puțul de tras ; *1* — mașina de tras ; *2* — rezistențe de încălzire ; *3* — încălzire electrică debiteuză ; *4* — electrod metalic ; *5* — arzătoare cu gaz ; *6* — răcitoare ; *7* — pereți metalici ; *8* — sticlă topită ; *9* — console reglabile ; c — procedeul Asahi. Secțiune longitudinală prin puțul de tras ; *1* — rulouri refractare mobile ; *2* — arzătoare de gaz ; *3* — răcitoare ; *4* — consolă ; *5* — mașina de tras ; *6* — bandă de sticlă.

este de 50—60 cm. Deasupra podurilor se așază consolele 8, care lasă între ele o fantă de obicei de 20 cm. Deasupra consolelor 8 se află consolele 9 din tablă ce delimitează o fantă prin care banda de geam pătrunde în mașina de tras 3.

În peretele de capăt se practică două orificii prin care se pot introduce arzătoare cu gaz în scopul menținerii temperaturii dorite în camera de tras. În același perete se practică două orificii de tiraj legate la un canal colector de tiraj racordat la sistemul general al cuptorului (coș).

Se poate folosi și alt sistem de cameră de tragere, unde există și o cameră finală. În acest caz se practică două poduri simetrice față de axa canalului și o cameră finală încălzită. Peretele dinspre camera finală este prevăzut cu un canal de tiraj legat la coșul de fum al cuptorului. Lățimea acestei camere finale este de 100—150 cm de la axa mașinii de tras.

Există şi alte sisteme de încălzire şi concepţie a camerei de tragere. În fig. 7.2, *b* este reprezentată schema camerei de tragere la procedee modernizate. În podurile camerei se prevăd canale în care se introduc rezistenţe de încălzire pe ambele părţi ale benzii de tras. Aceste rezistenţe ajută la o reglare foarte fină a temperaturii în camera de tras. La marginea debiteuzei se montează două rezistenţe de încălzire *3* de aproximativ 25 kW introduse în tuburi ceramice refractare. Sub debiteuză se fixează electrodul de încălzire *4* de aproximativ 110 kW.

Folosind toate elementele de încălzire se poate obţine în cameră o temperatură de 1 200°C. Pe măsură ce durata de funcţionare a maşinii creşte, se ridică gradul de încălzire al camerei de tras. Pentru a putea menţine marginile benzii de sticlă calde se foloseşte la margini o încălzire suplimentară cu arzătoarele *5* dispuse simetric faţă de banda de geam. Marginile benzii sînt ţinute de cleştii cu role *8*.

Răcitoarele 6 se aşază într-o poziţie înclinată închizînd lateral banda de geam. Răcitoarele mai late la partea superioară reazemă pe camera 7 executată din tablă refractară. În chesonul maşinii *1* se practică goluri unde se montează arzătoare suplimentare. De asemenea, şi sub console se montează încălzitoare electrice din sîrmă de cantal. La maşina de tras se introduce între rulouri un jet de bioxid de sulf care împiedică aderarea sticlei de rulourile maşinii de tras (gelul creează o peliculă pe suprafaţa rulourilor).

O altă variantă de tragere este arătată în fig. 7.2, *c*. Această tehnologie a apărut în perioada anilor 1965—1970 şi aparţine firmei japoneze Asahi Glass Co. La această tehnologie debiteuza este înlocuită cu două rulouri *1* în mişcare foarte lentă. Şliţul de tragere se creează între cele două rulouri, iar mărimea lui este variabilă după poziţia în rotaţia reciprocă a celor două rulouri refractare. Se foloseşte o încălzire suplimentară la marginile benzii de sticlă şi se aşază răcitoarele *3* de formă adecvată cu suprafaţa mare de răcire cît mai aproape de suprafaţa sticlei, înainte de intrarea în maşina de tras.

Debiteuza. O importanţă deosebită în procedeul Fourcault o are debiteuza. Ea are forma unui paralelipiped cu bază dreptunghiulară. În mijloc este o zonă mai joasă decît marginile în care se practică o fantă. Această fantă poate avea la centru o deschidere de 50—75 mm după lăţimea de bandă folosită. La margini această fantă variază de la 19 la 32 mm. Fanta sau şliţul trebuie făcută cu deosebită atenţie. Înălţimea debiteuzei variază de la 180 mm pînă la 230 mm.

Dimensiunile principale ale debiteuzei sînt date în tabelul 7.1.

Dimensiunile principale ale debiteuzelor

Lungimea șlițului mm	Lățimea maxmă a șlițului mm	Lățimea șlițului, în mm, la distanțe din 10 în 10 cm de la margine					
		10	20	30	40	50	150
1 850–2 000	50–65	19–21 25–27	22–24 30–32	25–27 33–35	27–29 36–38	29–31 38–40	37–39 48–53
2 000–3 100	50–70	19–21 26–28	22–24 26–28	25–27 31–33	27–29 34–36	29–31 37–39	27–39 49–54
2 800–3 300	62–75	25–27 30–32	30–32 35–37	33–35 38–40	36–38 41–43	38–40 43–45	48–53 52–58

Debiteuza se execută din șamotă. În Europa, la fabricarea debiteuzelor se folosește de obicei argilă de Grossalmerode (R. F. Germania). Fabricarea lor se poate face pe cale umedă cu un procent de umiditate de 14—16% pe cale manuală sau pe cale semiuscată prin baterea lor mecanic în forme metalice.

La metoda umedă, după fabricare debiteuza se ține la uscare în condiții de umiditate controlată 6—8 luni. Șlițul se fasonează apoi pe cale manuală. La metoda uscată timpul de staționare este mult mai redus (maxim două luni). După uscare debiteuza se supune unui proces de încălzire (ardere) la o temperatură pînă la 1 200°C cu deosebită grijă în atmosferă controlată. Înainte de introducere în fabricație, debiteuza se introduce în cuptoare de temperare unde se încălzește treptat pînă la o temperatură de 1 200°C. Debiteuza caldă se transportă cu cărucioare speciale și se introduce prin lateral în puțul de tras. Se recomandă ca la introducerea în cuptor aceasta să aibă cel puțin temperatura sticlei în care se introduce. Durata de exploatare a unei asemenea debiteuze este de obicei 3—4 luni, dar uneori printr-o exploatare foarte atentă durata de lucru poate ajunge la 12 luni.

În ultima perioadă au început să fie folosite debiteuze cu șlițul placat cu materiale refractare electrotopite mulito-zirconice. Alte încercări au fost făcute introducîndu-se sub debiteuză sau chiar sub șlițul central piese paralelipipedice din șamotă cu rol de termoregulator și de dirijor al curenților de sticlă.

Răcitoarele cu apă. La tragerea benzii de sticlă, după ce aceasta se ridică se folosesc răcitoare cu apă, destinate să producă răcirea

benzii, creşterea viscozităţii sticlei şi asigurarea unui regim normal de tragere.

Răcitoarele, de obicei, se compun dintr-o ţeavă metalică cu diametrul de 50 mm şi o cutie de tablă lată de 50 mm şi înaltă de 180—250 mm. Cutia de tablă de formă paralelipipedică are secţiunea dreptunghiulară şi este rotunjită la margini. Tabla folosită are grosimea de 2—3 mm. Uneori pentru a se accelera răcirea, suprafaţa răcitoarelor se poate lustrui. Răcitoarele se concep cu două moduri de circulaţie a apei în interior. Apa în interiorul răcitoarelor poate avea o circulaţie liberă sau dirijată. Uneori se folosesc răcitoare din ţevi de secţiune pătrată din aluminiu sau oţel.

Apa folosită trebuie să fie cît mai rece posibil, de obicei temperatura acesteia cuprinsă între 4 şi 20°C. Viteza interioară a apei trebuie de aşa natură calculată încît la ieşire să aibă o temperatură cuprinsă între 10 şi 25°C. Răcitoarele pot provoca o reducere de temperatură de 150°C în banda de sticlă.

De obicei, în procedeul Fourcault se aşază două răcitoare simetrice faţă de banda de geam la o distanţă de 8—15 cm. Pentru a ameliora calitatea optică a suprafeţei se recomandă ca răcitoarele să se aşeze mai departe (15 cm) faţă de banda de geam. Dacă este necesară intensificarea procesului de răcire, atunci se pot monta pe verticală perechi de răcitoare suplimentare de aceeaşi construcţie sau simple ţevi răcite cu apă. Uneori aceste răcitoare se pot aşeza şi înclinate către suprafaţa de sticlă răcită.

Prinzătoarele de margini (borte). După cum s-a arătat aderenţa sticlei la suprafaţa interioară a şliţului debiteuzei asigură şi ea menţinerea constantă a lăţimii benzii de sticlă. Răcirea sticlei, variaţia de nivel sau învechirea în lucru a maşinii pot provoca restrîngerea lăţimii benzii de geam şi desprinderea acesteia de marginea şliţului debiteuzei. Pentru a se împiedica apariţia acestui fenomen, la cele două margini se utilizează un sistem de prindere continuă a benzii şi de tragere către exterior. Acest lucru se realizează prin prinzătoarele de borte. De obicei, prizătoarele de borte au forma unui cleşte articulat cu posibilităţi de reglare. La cele mai perfecţionate există şi un sistem de strîngere cu şurub, care permite creşterea forţei de tracţiune în mod treptat în timpul funcţionării. De obicei ele se execută din oţeluri inoxidabile sau forjabile nerăcite. La sistemele perfecţionate de tragere, s-a adoptat sistemul de prindere cu role răcite, după tipul Pittsbourgh.

Maşina de tras. Maşina de tras este o construcţie verticală cu secţiune dreptunghiulară sprijinită pe un eşafodaj metalic de susţinere aşa cum se vede în fig. 7.2, *c*. Ea are o înălţime de 5—8 m, fiind executată din secţiuni independente solidarizate prin buloane.

Fiecare cheson este executat dintr-o manta de tablă căptuşită la interior cu foi de azbest şi tablă inoxidabilă. În suprafaţa laterală sînt prevăzute clapete pentru reglarea regimului termic. Pe pereţii centrali se execută orificii în care se prind lagăre de susţinere a rulourilor. Maşina are 13 pînă la 18 perechi de rulouri din azbest cu diametrul de la 132 la 180 mm. Pe aceste rulouri se transportă pe verticală banda de geam.

Fiecare pereche este antrenată pe o parte cu ajutorul unui ax cardanic de la un arbore vertical prin intermediul unui angrenaj melc-roată melcată (sau angrenaj cu roţi dinţate conice). Un valţ este antrenat din exterior la un capăt, iar la celălalt capăt prin intermediul unui angrenaj cilindric cu roţi dinţate cu dantură în V se antrenează valţul pereche.

Valţul motor este fix în lagăre, iar cel antrenat (sau mobil) are posibilitatea să execute o pendulare faţă de valţul fix. La cele două capete valţul mobil are lagărele prevăzute cu pîrghii şi contragreutăţi pentru a se putea apăsa mai mult sau mai puţin pe banda de sticlă în timpul tragerii acesteia.

Valţul de azbest are lungimea corelată cu lăţimea benzii de sticlă. De obicei, este executat dintr-o ţeavă specială, cu pereţi groşi pe care se introduc rondele de azbest groase de 5 pînă la 10 mm, presate la presiune de 150 kgf/cm^2 (daN/cm^2). După presare valţul se lasă la uscat. Prima pereche de valţuri are la partea exterioară şanţuri spirale care degajează spre exterior eventualele cioburi. După uscare se execută o nouă presare la o presiune de 800 kgf/cm după care se execută strunjirea şi lustruirea exterioară. Azbestul folosit se recomandă să aibe firul lung şi să nu conţină caolin sau alte impurităţi. Pentru a se mări durata de exploatare a ruloului, între rondele se aşază din loc în loc rondele din plasă de sîrmă cu diametrul mai mic şi care să presează în rondela de azbest.

Valţurile reazemă în lagăre pe rulmenţii cu role aciculare cu rosturi de dilatare care să împiedice griparea acestora.

În interiorul maşinii, pe ambele părţi ale rulourilor, din doi în doi metri se montează plăci de tablă înclinate care împiedică circulaţia liberă a curenţilor de aer în maşină. Lateral, lîngă borte, se prevăd piepteni din tablă de cupru, care, de asemenea, reazemă pe banda de sticlă în mişcare şi împiedică căderea cioburilor către debiteuză. La partea inferioară se montează la intrare apărători din tablă înclinate. Lateral se prevăd mici ferestre de reglare a curbei termice prin introducerea de aer proaspăt după caz.

Mașina de tras realizează pe verticală tratamentul termic de detensionare a foii de sticlă, jucînd și rolul unui cuptor de recoacere.

De obicei, la șlițul debiteuzei temperatura este în jurul a 900°C. După trecerea foii de sticlă printre răcitoarele laterale banda părăsește suprafața răcitoarelor și are o temperatură de 675—700°C.

Temperatura benzii de sticlă în mașină variază ca în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2

Variația temperaturii benzii de sticlă în mașina de tras

Număr valț	Temperatura sticlei °C	Temperatura în interiorul mașinii °C
1—2	430—450	200
2—3	400—420	190
3—4	320—380	160
4—5	300—340	150
6—7	250—290	125
9—10	235—255	120
10—11	210—220	115
12—13	140—190	110
Ieșire	60—70	—

În general o atenție deosebită trebuie dată la primele trei perechi de valțuri, unde temperatura este de 450°C, în această zonă realizîndu-se detensionarea sticlei.

Viteza de răcire care se recomandă în mașină este de 40°C/min la grosimea sticlei de 2 mm și de 100°C/min la geamurile cu grosimea de 4 mm.

La partea superioară mașina este deschisă aici existînd un dispozitiv automat de tăiere transversală și de rupere automată a benzii, la lungimea dorită.

Acționarea mașinii se face de la un motor electric de curent continuu cu turație reglabilă prin reostat și reductor, de așa natură încît să nu se producă vibrații în timpul funcționării mașinii. La partea inferioară mașina este prevăzută cu un sistem de pîrghii articulate, cu ajutorul cărora se apasă prin intermediul unor tije metalice cele două margini ale debiteuzei. De obicei, pe marginile debiteuzei se așază două piese metalice (papuci) pe care se apasă cu tijele menționate mai înainte. Presiunea de apăsare se reglează cu ajutorul unei manivele ce acționează asupra pîrghiilor (pe cale manuală).

Maşinile de tras pot produce grosimi de la 1,5 mm pînă la 8 mm cu lăţimi pînă la 3 m. Tăierea bortelor (marginilor) se face continuu folosind dispozitive de susţinere şi apăsare a unor rotiţe dure de tăiere, de obicei, din carburi metalice aglomerate sau oţeluri de scule călite. Unghiul de ascuţire se determină după grosimea şi duritatea sticlei.

În tabelul 7.3 se indică caracteristicele principale ale maşinilor de tras de fabricaţie sovietică.

Tabelul 7.3

Caracteristicile principale ale maşinilor de tras de fabricaţie sovietică

Elemente caracteristice	Unitatea de măsură	VVS−2V	VVS−2,5V	VVS−3V
Lăţimea de bandă utilă	mm	2 000	2 500	3 000
Valţuri				
număr de perechi	perechi	13	19	13
diametrul valţului	mm	150	180	180
viteza periferică	m/oră	9,2−9,2	8−110	11,3−90
Puterea instalată	kW	2,5	2,5	2,5
Dimensiuni de gabarit				
lungime	mm	2 530	3 030	6 700
lăţime	mm	600	1 026	1 870
înălţime	mm	5 450	7 850	5 450
Greutatea	t	15	27,5	20,6

7.1.2.2. Ciclul de producţie şi productivitatea sistemului de tragere Fourcault. Calitatea sticlei obţinute. Durata tragerii neîntrerupte a benzii de sticlă este de 180 pînă la 220 de ore de lucru. La unele fabrici această durată poate ajunge la două luni şi uneori chiar mai mult. La procedeele modernizate, această durată se poate prelungi chiar la trei luni de funcţionare neîntreruptă. De obicei însă după 120—160 de ore de tragere continuuă, calitatea sticlei începe să se înrăutăţească. La atingerea ciclului se opreşte fabricaţia. Se face demontajul pîrghiilor de apărare a debiteuzei, se taie banda de geam, se curăţă şliţul şi camera de impurităţi şi după circa o oră se începe procesul de încălzire a camerii de tras. La început pe o durată de la 30 min pînă la o oră are loc o încălzire lentă iar apoi în circa 4—5 ore se ajunge la o încălzire de 980—1 000°C. Se scot arzătoarele şi se menţine camera închisă pînă se răceşte puţin. După aceasta cu atenţie se introduce pieptenele de ridicare şi se începe tragerea lentă a benzii de sticlă (1—3 min). Se ridică circa 0,5 m cu viteză foarte mică şi din acest moment se

începe apăsarea treptată a debiteuzei în sticlă. Se majorează apoi viteza pînă la 20 cm/min. Se începe simultan montarea răcitoarelor. Se închide mașina la ambele părți și se urmărește mersul benzii de sticlă pînă sus. Se montează prinzătoarele de margini și se pregătește mașina pentru funcționare normală. După cel puțin o oră începe să se vadă dacă această sticlă corespunde anumitor cerințe. De obicei, se începe fabricația cu grosimea de 4 la 6 mm după care se reduce grosimea treptat prin creșterea treptată a vitezei de tragere. Cantitatea de sticlă extrasă este de 600—650 kg/oră.

În general între grosimea sticlei trase și viteza de tragere există o legătură bine definită. La procedeul Fourcault obișnuit corelarea dintre grosimi și viteze este dată în tabelul 7.4.

Tabelul 7.4

Corelarea vitezelor de tragere cu grosimea sticlei trase la procedeul Fourcault

Grosimea de bandă mm	Viteza de tragere	
	cm/min	m/h
1,2	364	218,4
1,5	245,5	147,3
2	166,6	100
3	99,5	59,7
4	69,7	41,7
5	53,3	32
7	36,1	21,7
9	27	16,2

Aceste viteze sînt optime procedeului, ele fiind determinate de capacitatea de producție a cuptorului și de calitatea sticlei.

Viteza este influențată și de compoziția sticlei folosite. De obicei, sticla folosită are următoarea compoziție : (70,5—72,5)% SiO_2, (0,6—2,5)% Al_2O_3, (0,04—0,2)% Fe_2O_3, (6—9)% CaO, (2,5—4,5)% MgO, (14,2—16)% Na_2O, (0,2—0,8)% SO_3 și altele. Odată cu creșterea conținutului de Al_2O_3 și MgO se poate obține și o creștere de viteză.

O altă cale de creștere a vitezei este accelerarea răcirii benzii sau mărirea bulbului format în șlițul debiteuzei.

Curent pe plan mondial la cuptoarele cu tehnologia bine aplicată la o mașină cu lățime de 200 cm și o viteză de tragere de 72 m/oră se obțin, de obicei, de la 3 400 la 3 500 m^2/24 ore. Pierderile prin spargeri sînt în medie următoarele :

— spargeri în mașină și în timpul ridicării 7—7,5% ;

— pierderi prin tăierea bortelor (marginilor) 7%;

— pierderi prin tăiere în tăietorii pentru geamuri normale 14%; geamuri subțiri 15%; destinații speciale pînă la 40%.

Sticla plană obținută prin tragerea prin acest procedeu este destinată construcțiilor. Ea prezintă anumite deficiențe specifice procedeului și anume:

— defecte provocate de debiteuză ca mici bășicuțe (incluziuni mici gazoase) incolore. Uneori în primele ore de fabricație pot apărea bășici mai mari și mai lungi, subțiri de forma firului de ață;

— defecte provocate de tragerea prin debiteuză ca ondulații pe suprafața sticlei de forma unei pieptănături fine, vizibilă bine dacă sticla se privește sub un unghi de incidență mai mare de 45°C. Acest defect este mai puțin perceptibil la începutul ridicării benzii dar crește în intensitate odată cu creșterea numărului de ore de funcționare neîntreruptă a mașinii de tras;

— o ușoară abatere de grosime pe toată lățimea de bandă mai accentuată către margini;

— o ușoară abatere de la planeitate odată cu creșterea numărului de ore de funcționare a mașinii de tras.

Fiind un geam ieftin cît și datorită calităților de rezistență mecanică bună, acest geam este folosit cu precădere la ferestrele construcțiilor civile și industriale.

7.1.3. Tragerea orizontală a sticlei după procedeul Colburn-Libbey-Owens

7.1.3.1. Construcția și instalațiile folosite la tragerea sticlei după procedeul Colburn-Libbey-Owens. Acest procedeu de tragere se aseamănă mult cu procedeul Fourcault și a fost pus în exploatare cam în același timp în Statele Unite. Banda de sticlă se formează prin tragere directă de pe suprafața sticlei fără a exista o debiteuză. Cleștii de margini se înlocuiesc cu două perechi de role din oțel, răcite, care prind marginile foii de sticlă în ambele părți și o ridică continuu pe verticală. Imediat după ridicare se introduc, de asemenea, răcitoarele verticale de o construcție apropiată celor descrise în procedeul Fourcault. La înălțimea de circa 60 cm banda de sticlă se rabate cu ajutorul unui rulou răcit, în poziție orizontală, introducîndu-se apoi sticla într-un cuptor orizontal de recoacere. Procedeul nu se aplică în țara noastră.

Construcția cuptorului este apropiată în zona de topire cu cele descrise anterior. Sînt cuptoare vană cu flacăra transversală cu 4—6 perechi de arzătoare. Lățimea cuptoarelor este de la 8 la 9 m și adîncimea în zona de topire 140—160 cm. De obicei, după termi-

narea zonei de topire și afinare urmează un gît lung, care poate fi uneori chiar mai lat pînă la 11 m, din acesta dezvoltîndu-se apoi două canale de tragere cu lățimea determinată de lățimea de bandă a mașinii de tras. Canalul de tras capătă forma din fig. 7.3.

Adîncimea sticlei scade printr-un prag la 45 cm și apoi în zona de tragere ajunge la 16 cm. Lățimea canalului de tragere poate să

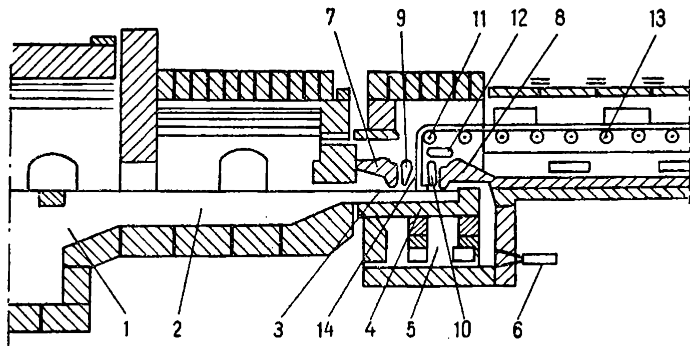


Fig. 7.3. Secțiune longitudinală prin bazinul de lucru și de tragere la cuptorul pentru producerea sticlei plane prin tragere orizontală fără debiteuză :

1 — bazin pentru sticla topită ; *2* — camera de lucru ; *3* — camera de tragere ; *4* — fund din piese speciale ; *5* — camera încălzită ; *6* — arzător ; *7—8* — piese rotunjite speciale ; *9—10* — răcitoare cu apă ; *11* — valț de întoarcere ; *12* — răcitor orizontal ; *13* — rulouri de transport.

fie de obicei de 220—280—350 cm (la instalațiile noi 290—350 cm). Canalul de tragere este executat din refractare speciale de formate specifice procedeului din șamotă cu conținut ridicat de Al_2O_3. Datorită faptului că grosimea stratului de sticlă în puțul de tras este forate mică, sub camera de tragere se află o cameră încălzită cu un arzător și izolată la exterior.

Sticla din bazinul *1* ajunge în zona *2* de răcire și apoi trece pe sub un ecran refractar și ajunge în camera de tragere *3*. Aici cu ajutorul rolelor de tragere *14* se ridică banda de geam printre răcitoarele *9—10* răcite cu apă. Sub valțul de întoarcere *11* se plasează răcitorul orizontal *12*. Puțul de tragere este delimitat de piesele refractare *7—8* din șamotă care joacă rolul podurilor din procedeul Fourcault. Piesele *7—8* pot avea o poziție reglabilă și sînt supuse la solicitări termice deosebite. Foaia de sticlă se curbează pe valțul răcit *11* din oțel refractar și apoi este preluată pe rolele metalice *13* ale cuptorului de recoacere. La partea superioară camera de tragere este prevăzută cu o boltă din silică. Temperatura de lucru se poate

regla aducînd gaze calde de la partea inferioară unde lucrează arzătorul 6. Fundul 3 al camerii de tragere se execută din refractare şamotice şi este în permanenţă încălzit de la camera de încălzire 5 prin gaze calde şi produse de ardere. La partea superioară a camerii de tragere se foloseşte o încălzire suplimentară care să dea foii de sticlă plasticitatea necesară întoarcerii foii pe ruloul de întoarcere. Se recomandă ca această încălzire să se facă cu un combustibil cu putere calorifică superioară (motorină, gaze de sondă). Stratul de sticlă cu care se lucrează este stratul cald de la suprafaţă. Pragurile folosite întorc curenţii de sticlă reci de fund. Se asigură astfel o circulaţie corectă de sticlă pe tot timpul fabricaţiei. Cuptorul de recoacere se poate încălzi cu gaze naturale sau foarte frecvent prin rezistenţe electrice.

Prinzătoarele de bortine. Sînt compuse din doi cilindri paraleli cu diametrul de 4—6 cm şi lungi de 10 cm cu striuri pe suprafaţă. Aceşti doi cilindri se mişcă în sens invers de rotaţie, antrenaţi de doi arbori paraleli. Cei doi arbori susţin prizătoarele de bortine în consolă. La celălalt capăt cei doi arbori sînt prinşi într-un lagăr de rostogolire şi acţionaţi prin două cuplaje cardanice şi roţi cilindrice de la un motor electric cu turaţie reglabilă şi reductor. Cei doi arbori permit ca distanţa dintre suprafeţele exterioare ale rolelor de prindere să poată fi variată în funcţie de grosimea sticlei trase. Viteza periferică a rolelor de tragere este cu 20—35% mai mică decît viteza imprimată benzii de geam. Cu cît ele sînt instalate mai jos cu atît turaţia lor este mai mică.

Maşina de tras şi cuptorul de recoacere. Banda de sticlă se rabate la o înălţime de circa 50—70 cm. Pentru curbarea şi rabatarea benzii se foloseşte un valţ metalic *11*, cu diametrul de 150—160 mm cu suprafaţa exterioară foarte bine lustruită. Curbarea sticlei cere condiţii de lucru deosebit de dificile. Pe partea opusă curbării este necesară o temperatură mai ridicată pentru ca sticla să aibă proprietăţile plastice necesare. Pe partea interioară este o temperatură diferită. Succesul acestei operaţii depinde de natura şi precizia ruloului de întoarcere. Sticla trebuie şi la partea interioară să prezinte calităţi plastice şi să nu se lipească de suprafaţa valţului. Din această cauză valţul de întoarcere trebuie răcit foarte bine cu aer de răcire. În plus, sub această rolă se aşază un răcitor orizontal *12* cu scopul de a răci suprafaţa liberă a ruloului de întoarcere.

În timpul lucrului, pe suprafaţa ruloului se aşază o peliculă de protecţie foarte subţire care să împiedice adeziunea sticlei de suprafaţa valţului.

Valţul de întoarcere căreia i se cer calităţi deosebite, trebuie înlocuit după o funcţionare de 10 zile şi relustruit la suprafaţă. Pen-

tru aceasta se prevăd dispozitive speciale care permit înlocuirea acestuia în timpul funcţionării (cam într-un timp de 10 min).

Banda de sticlă trece apoi în tunelul de recoacere orizontal. Acesta are o lungime de 50—70 m şi încălzire electrică reglabilă pe zone de lucru. Primele 15 valţuri sînt de obicei acoperite cu azbest iar celelalte rulouri sînt metalice. Zona valţurilor cu azbest este cea cu temperatură mai ridicată unde are loc relaxarea tensiunilor interne. Urmează apoi o zonă de menţinere a sticlei la palier termic pe perioada intervalului critic.

Răcirea rapidă a benzii de sticlă are loc către partea finală a cuptorului. La capăt se taie marginele cu o lăţime de 7 cm şi apoi se execută automat tăierea transversală la lungimile necesare.

Ridicarea maşinii se face similar cu ridicarea maşinii Fourcault. La ultimele linii de fabricaţie cu lăţime mare, după ce banda suportă întoarcerea, greutatea sticlei este suficientă pentru a ajuta tragerea în continuare. Temperatura de formare a benzii de sticlă este de 900°C.

Tragerea directă de pe suprafaţa băii, permite realizarea unor cicluri deosebit de lungi de fabricaţie, deoarece calitatea sticlei nu se înrăutăţeşte şi nu apar fenomenele de răcire şi vitrifiere care se observă la procedeul Fourcault. Oprirea fabricaţiei se face numai accidental, dacă apar defecţiuni de ordin mecanic sau tehnologic care impun acest lucru. Din experienţa uzinelor care lucrează după acest procedeu, durata de funcţionare neîntreruptă ajunge pînă la doi ani.

7.1.3.2. **Exploatarea maşinilor de tragere orizontală.** Procedeul are deosebitul avantaj că, nefiind legat de prezenţa debiteuzei, poate produce grosimi foarte mici chiar de 0,5 mm cu viteze de tragere deosebit de ridicate. Tratamentul termic aplicat este foarte bun şi spargerile în timpul fabricaţiei sînt minime. Grosimea maximă obţinută nu depăşeşte 14 mm datorită greutăţii foarte mari a unei benzi de asemenea grosime. Totuşi în condiţii speciale au putut fi obţinute grosimi pînă la 30 mm destinate şlefuirii şi polizării ulterioare. Viteza de tragere depăşeşte viteza de tragere de la procedeul Fourcault cu 30% pînă la 100% la aceeaşi grosime de bandă trasă. Informativ vitezele de tragere la diferite grosimi sînt cele menţionate în tabelul 7.5.

Din experienţa uzinelor producătoare pe acest procedeu a rezultat că o maşină poate produce 7 000—8 000 $m^2/24$ ore atît datorită vitezei de tragere, randamentului deosebit de bun cît şi a pierderilor prin spargere foarte reduse.

Compoziţia sticlei la acest procedeu nu are o aşa mare importanţă ca la tragerea cu debiteuză. Fenomenul de cristalizare poate

Tabelul 7.5

Corelarea dintre vitezele de tragere și grosimea sticlei trase la tragerea orizontală

Grosimea	Viteza de tragere	
	cm/min	m/h
2	225	135
3	145	87
4	100	60
5	74	44
6	58	35
7	47	28

să apară de obicei la anumite colțuri unde sticla nu circulă dar unde se poate interveni cu arzătoare, ce diminuează acest fenomen. De abicei, compozițiile tipice utilizate sînt în următoarele limite : (72,5—73,5)% SiO_2 ; (1—1,8)% Al_2O_3 ; (0,04—0,1)% Fe_2O_3 ; (7—10)% CoO ; (2—4)% MgO ; (12,5—14)% Na_2O ; (0,3—0,7)% SO_3 și altele. Calitatea sticlei obținute este superioară celei obținute prin procedeul cu debiteuză, defectele specifice produse de debiteuză neexistînd. Suprafața sticlei este lipsită de valurile sau ondulațiile care apar la tragerea cu debiteuza iar calitatea este constantă pe perioade de timp foarte îndelungate.

Ca defecte pe suprafață pot apărea unele imprimări provocate de înrăutățirea calității suprafeței ruloului pe care foaia se curbează după tragere. Defecte mai pot apărea din controlul termic insuficient și anume o variație a proprietăților mecanice de la suprafața interioară la cea exterioară și uneori o neomogenitate structurală datorită încălzirii diferențiate a celor două suprafețe.

Producția firmei Libbey Owens din S.U.A. după acest procedeu atinge o calitate deosebită. Stabilitatea chimică a sticlei se încadrează în clasa a III-a de stabilitate.

În prezent procedeul a mai suferit multe modificări în ce privește grosimea stratului de sticlă în camera de tras, în poziția și forma răcitoarelor, în reglarea regimului de încălzire.

Tot pentru ameliorarea condițiilor de curbare la unele instalații de curbare s-a folosit încălzirea electrică suplimentară care să regleze și să diminueze variația termică a celor două suprafețe în momentul curbării și să mențină calitățile plastice ale sticlei un timp mai îndelungat.

7.1.4. Tragerea sticlei după procedeul fără debiteuză

Procedeul a apărut prima oară în S.U.A. la firma Pittsbourgh Plat Co şi a înlocuit treptat procedeul Fourcault şi chiar Libbey-Owens datorită faptului că simplifică tehnologia, utilajele şi asigură o calitate superioară celorlalte procedee. În Europa acest procedeu a început să fie introdus după anul 1931 la cîteva uzine, iar după anul 1945 s-a generalizat înlocuind în majoritate sistemul Fourcault în ţările din vestul Europei iar după 1960 a căpătat o preponderenţă şi în ţările din sistemul socialist. Sub diferite forme procedeul este astăzi prezent în aproape toate ţările avansate producătoare de geamuri de calitate. În R.S.R. procedeul a fost introdus prima dată în perioada anilor 1968—1969 şi apoi generalizat pe cuptoare mari de mare capacitate după anul 1971.

7.1.4.1. **Construcţia cuptoarelor şi instalaţiilor de tragere a geamului fără debiteuză.** Cuptoarele vană folosite au bazinul de topire similar celor de la procedeul Fourcault, cu o formă simplă fără construcţii speciale. Arderea este transversală, iar numărul de arzătoare se dimensionează după extracţia de sticlă necesară. Bazinul de topire este echipat cu refractare superioare şi dimensionat pentru capacitatea de producţie de minimum 250 t/24 ore. De obicei, aceste cuptoare au patru sau şase maşini aşezate frontal şi lateral, de aşa natură ca distanţa de la terminarea zonei de topire pînă la axul fiecărei maşini să fie aproximativ aceeaşi. Zona de răcire trebuie să fie de aceeaşi lăţime ca şi bazinul de topire sau puţin îngustată. Adîncimea bazinului este între 120 şi 150 cm. Canalul de lucru are de obicei aceeaşi adîncime. Lăţimea maximă a bazinului de topire la cuptoarele cunoscute nu depăşeşte 10 m.

În zona gîtului se montează lateral două perechi de pungi de curăţire a căror suprafaţă atinge 5—12 m^2 şi au adîncimea aceeaşi ca bazinul de răcire. În aceste pungi de curăţire se adună spuma şi eventuale defecte de topire care se evacuează periodic pe cale manuală.

De obicei, bazinul se execută din materiale refractare electrotopite, zidul inelar şi arzătorul din material electrotopite zirconice şi material silica de foarte bună calitate. Bolţile şi canalul de tragere sînt, de asemenea, din materiale refractare de foarte bună calitate.

Camera de lucru are forma prezentată în fig. 7.4 (puţul de tras).

Spre deosebire de camera Fourcault, camera de tras are multe particularităţi specifice sistemului. Camera începe de la blocul cu-

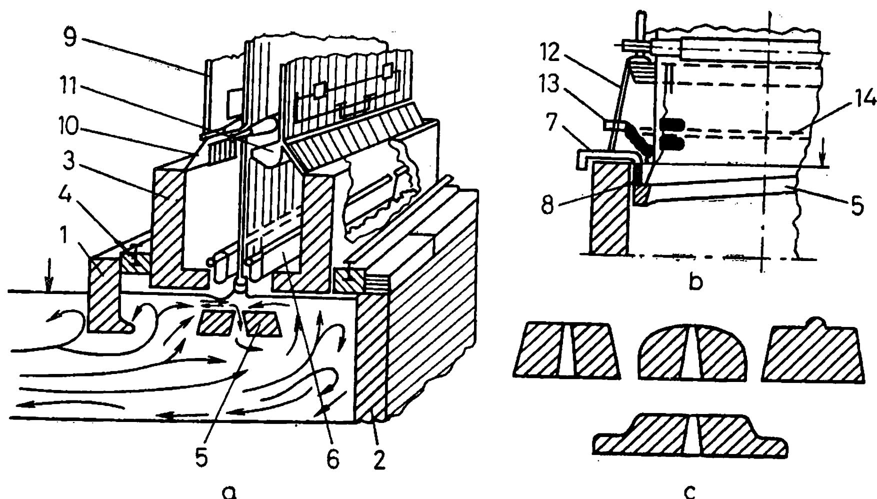


Fig. 7.4. Schema camerii de tragere la procedeul fără debiteuză : *a* — secțiune longitudinală ; *b* — secțiune transversală ; *c* — bare de tragere — secțiuni transversale ; *1* — pod fix ; *2* — perete bazin ; *3* — bloc ; *4* — boltă suspendată ; *5* — bară de tragere ; *6* — răcitor ; *7* — pîrghie de apăsare ; *8* — piesă de apăsare ; *9* — cheson mașină de tras ; *10* — etanșare la racordare ; *11* — colector de cioburi răcit ; *12* — capăt pîrghie ; *13* — lingură de formare ; *14* — role de antrenare și formare bortă.

fundat *1* denumit curent blocul „Ședov". El reprezintă bariera termică între canalul de lucru și puțul de tras. Adîncimea lui de cufundare este variabilă după criteriul tehnologic al fabricației. Unele cuptoare moderne au dispozitive de ridicare și lăsare a acestuia cu mijloace mecanizate. Stratul de sticlă cu care se lucrează poate fi diferențiat după adîncimea de cufundare a acestuia. În practică adîncimea de imersare a blocului Ședov este de la 260 pînă la 430 mm. Lățimea lui poate fi de la 300 pînă la 400 mm. Forma lui are ceva asemănător cu vîrful unei cisme, formă studiată și obținută ca optimă. Distanța de la blocul cufundat *1* pînă la banda de sticlă variază între 120 pînă la 140 cm. Blocul imersat este executat de obicei din șamotă supraaluminoasă sau din materiale electrotopite. Uneori se execută și din materiale șamotice care se placheaza de obicei numai în partea de contact cu sticlă, cu plăci din material electrotopit-mulito-zirconice. Puțul de tragere propriu-zis este delimitat de două poduri de format special, denumite blocurile „L" *3*. Ele se ancorează lateral pe o construcție metalică rigidă cu posibilitate laterală de strîngere. De obicei ele sînt executate din șamota supraaluminoasă și se execută dintr-o singură bucată. Execuția și arderea lor trebuie să fie făcută cu deosebită grijă. La partea supe-

rioară zona dintre blocul „L“ și peretele final sau blocul Ședov este acoperită cu elemente de boltă suspendate *4* din silică, pe o construcție metalică de susținere cu posibilități de deplasare a acesteia în plan vertical. Toate rosturile dintre piesele speciale descrise mai înainte se închid etanș cu o pastă de șamotă.

Între blocurile *„L“* la o adîncime față de nivelul sticlei de 70 pînă la 150 mm se introduce corpul cufundat de dirijare 5 (bara de tragere). Această piesă este așezată la mijlocul distanței dintre răcitoarele *6*. Scopul acestei piese este de a ușura rolul răcitoarelor *6* și a concentra efectul de răcire pe suprafața sticlei (benzii). Această piesă cu un rol deosebit în dirijarea curenților către locul de formare a benzii de geam se poate executa din materiale șamotice supraaluminoase sau electrotopite. În acest caz la ambele părți ale piesei se așază piesele *8* care sînt împinse de pîrghiile 7 în jos. Cu pîrghiile 7 și piesele *8* se reglează poziția corpului 5.

Dacă piesa de dirijare (bara de tragere) 5 este executată din refractare electrotopite atunci se reazemă în două adîncituri în pereții bazinului. Cînd se folosește o asemenea bară de tragere atunci este necesar ca poziționarea ei să se facă definitiv de la început, deoarece reglarea ulterioară este foarte dificilă.

Bara de tragere 5 așa cum se vede în fig. 7.4, *c*, are diferite forme și dimensiuni în funcție de variantele tehnologice adoptate. Ea poate fi făcută cu orificiu central sau fără. Șlițul central permițînd ca în zona de formare a benzii să intervină și curenți de sticlă mai de fund. De la axa de simetrie a barei de tragere pînă la peretele de capăt al bazinului, distanța variază între 900 și 930 cm (de obicei, 915 cm). Bara de tragere are lățimea la bază cuprinsă între 400 mm (la procedeul Pittsbourgh) și 1 120 mm, la varianta Pennveron. Înălțimea barei este și ea variabilă de la 250 mm pînă la 450 mm.

La acest procedeu în cameră pătrunde o sticlă mult mai caldă cu temperatura între 1 150°C și 1 180°C. Răcirea ei se face pe o grosime de 70 la 100 mm de la suprafața liberă. În acest procedeu nu mai intervine factorul debit, productivitatea fiind determinată numai la răcirea corectă. Construcția camerii de tragere este subordonată acestui scop. Dacă se face un calcul termic al răcirii la o grosime a benzii de 6,3 mm și o viteză de tragere de 26,5 m/oră sticla pierde 172 500 kcal/oră din care 152 620 kcal/oră este preluată de răcitoarele cu apă, 2 000 kcal/oră prin dispozitivele de tragere cu role a bortelor și 49 700 kcal/oră prin aerul aspirat. Se observă că efectul cel mai puternic de răcire este dat de răcitoarele cu apă *6*.

Răcitoarele au o construcție specială diferită față de cele folosite la procedeul cu debiteuză. Aceste răcitoare se pot poziționa mai aproape sau mai departe față de banda de sticlă. Răcitoarele sînt de obicei mai înalte (pînă la 350 mm). La unele variante se folosesc două sau trei perechi de răcitoare dispuse în scară pe verticală față de banda de sticlă. În ultima perioadă au apărut și alte tipuri de răcitoare multiple dispuse tot etajat din țevi sau tuburi de secțiune pătrată.

Pentru a ajuta formarea benzii la margini există cîte o lingură din oțel refractar *13*, care aglomerează o cantitate de sticlă pentru formarea bortelor. După ridicare, bortele sînt prinse în dispozitive de tragere cu role *14* asemănătoare celor descrise la procedeul Libbey-Owens. Dispozitivele cu role sînt acționate independent prin motoare de curent continuu cu turație reglabilă sau printr-o transmisie cinematică de la mașina de tras.

Distanța de la suprafața blocurilor „L" pînă la chesonul mașinii *9* este închisă cu capacele *10* care se reazemă pe chesonul *9* și pe blocurile *3*. Aceste capace *10* pot fi făcute sau executate dintr-o succesiune de răcitoare cu scopul de a se mări suprafața de răcire din puțul de tras. De o parte și de alta a benzii de geam la intrarea în mașina de tras se montează două jgheaburi *11* din tablă pentru colectarea cioburilor provenite din spargerea benzii de geam în mașină. Aceste colectoare de cioburi *11* se pot executa din tablă cu sau fără răcire interioară. Alegerea variantelor cu răcire suplimentare se face plecînd de la calculul termic al răcirii. De obicei, la dimensionarea elementelor răcitoare se pleacă de la raportul dintre suprafața de răcire și suprafața masei de sticlă din camera de tras. Acest raport este cuprins între 5,06 pînă la 6,65 m^2/m^2. Uneori pentru accelerarea vitezei de tragere și ușurarea regimului termic al mașinii de tras se folosesc și jghiaburile *11*, ca elemente răcitoare suplimentare. De obicei, în calculul răcirii se ține seama de raportul dintre suma înălțimii răcitoarelor folosite și înălțimea camerei de tras. Acest raport variază între 0,43 pînă la 0,73.

Din experiență poziționarea prea aproape de banda de geam a răcitoarelor poate fi sursă de defecte de calitate. Din aceste motive se recomandă așezarea primelor răcitoare mai depărtate de banda de sticlă.

Mașina de tras are o concepție apropiată din punct de vedere mecanic de cea folosită la tragerea fără debiteuză. Numărul de perechi de valțuri este însă majorat între 26 și 40 de perechi iar înălțimea mașinii cuprinsă între 8 și 14 m.

Mașina cuprinde o serie de chesoane metalice de secțiune dreptunghiulară izolate la interior cu azbest și tablă refractară. În interior

se așază un transportor vertical executat din rulouri metalice căptușite cu azbest puse în mișcare de un sistem de acționare similar cu cel descris la procedeul cu debiteuză. Rulourile se așază pe o serie de lagăre de concepție similară procedeului Fourcault dar, datorită faptului că regimul termic de lucru este mult mai greu, lagărele propriu-zise se execută cu elemente din grafit. În interior pentru a se putea dirija corect regimul termic se amplasează o serie de încălzitoare, electrice sau cu gaze naturale, plasate pe toată lățimea mașinii. Totodată pentru a se împiedica circulația nedirijată a curenților calzi se folosesc bariere (șibere) pe verticală și tubulaturi de tiraj pe verticală.

Vitezele mari de tragere și totodată faptul că sticla pătrunde în mașina cu temperaturi mai ridicate cuprinse între 520 pînă la 570°C au dus la necesitatea unui control termic perfecționat și o dirijare a recoacerii în mașina de tras. De obicei în zona perechii nr. 8 de valțuri pe întreaga lățime de bandă se folosește lateral pe ambele părți o încălzire suplimentară menită să împiedice pătrunderea benzii de sticlă brusc în zone mai reci. Canalele de circulație ale gazelor calde se reglează pe verticală de așa natură ca marginile să fie bine încălzite și regimul de răcire să fie cît mai uniform pe toată lățimea benzii. Printr-un regim corespunzător se poate obține o bandă de sticlă cu grosimea de la 2,2 mm pînă la 16 mm, cu temperatura sticlei la ieșirea din mașină sub 60°C și o viteză de tragere pînă la 100 m/oră.

Tehnologia formării benzii de sticlă. În fig. 7.4 este indicat principial modul de circulație al curenților de sticlă în bazinul de tragere.

Stratul de sticlă cel mai cald ocolește blocul cufundat (Ședov 1) și apoi se ridică ajungînd de obicei la 15—25 cm sub nivelul suprafeții. Pe măsură ce stratul se află mai jos el este mai rece, la circa 90 cm el pierde între 80 și 100°C față de temperatura stratului cel mai cald. Din curentul principal care pătrunde în puțul de tras (fig. 7.4) o parte trece pe sub bara de tragere și ajunge la suprafață iar o parte ajunge la peretele terminal de unde se întoarce pe la fund reintrînd în canalul de tragere. În banda de geam pătrund deci sticle aduse de mai multe straturi (curenți) cu temperaturi și viscozități puțin diferite. Cantitatea de sticlă care pătrunde în camera de tragere este mai mare decît cea extrasă prin banda de geam. Acest raport dintre sticla extrasă și cea totală ce pătrunde în puțul de tras caracterizează tragerea. Acest raport depinde de adîncimea blocului imersat *1* de forma acestuia, de poziția barei de tragere 5, de adîncimea sticlei în puțul de tras, de viteza de tragere, de temperatura cu care sticla este adusă în canalul de tragere.

Tehnologia tragerii fără debiteuză dă o importanţă deosebită şi circulaţiei de curenţi de aer cald în camera de tragere după formarea benzii. Calităţile optice ale sticlei depinzînd şi de această circulaţie de aer cald. De obicei este de dorit ca poziţionarea răcitoarelor să favorizeze circulaţia de o parte şi de alta a benzii formate, a unui curent cald vertical pornit chiar de la bulb. Curenţii reci care se formează între răcitoarele şi bolcurile „L“ nu trebuie să se întoarcă pe lîngă banda de geam ci să aibă un drum de întoarcere cuprins între curentul cald vertical şi suprafaţa răcitorului.

Productivitatea sistemului şi compoziţia sticlei folosite. Maşina odată pusă în funcţiune poate să lucreze fără întrerupere 1 000 pînă la 4 000 de ore, adică de la o lună şi jumătate pînă la şase luni. Durata de funcţionare este legată de nivelul de temperatură cu care se prelucrează banda de sticlă. Cu cît se aduce o sticlă mai caldă în puţul de tras cu atît durata de lucru neîntreruptă a maşinii este mai lungă.

Cînd se reporneşte maşina de tras, se procedează analog ca la fabricaţia cu debiteuză. După oprirea maşinii pe o durată de 1—2 ore se face o curăţire a sticlei din puţul de tragere eliminînd sticla cu tendinţă de cristalizare sau sticla rece. După terminarea acestei operaţii se face o încălzire treptată cu flacără oxidantă 1—2 ore cu puţul bine închis. În această perioadă de obicei se face şi revizia mecanică a maşinii de tras.

Cînd încălzirea s-a făcut corespunzător pînă la 1 200°C, se începe preîncălzirea maşinii de tras punînd în funcţiune arzătoarele proprii şi permiţînd intrarea de gaze calde din puţul de tras. Se introduce apoi rama metalică (pieptenul) în lichid şi se începe tragerea înceată a benzii de geam pe verticală în maşina de tras. Simultan, se aşază răcitoarele laterale, ceaşca de alimentare a marginelor şi dispozitivele cu role de tragere a marginilor. Odată aceste operaţii terminate, puţul se închide etanş din toate părţile cu pastă de şamotă. Se recomandă ca aceste operaţii să se execute repede şi foarte corect. După ce se trage pe o durată de 1—2 ore banda de geam groasă de 6 mm, se începe reglarea grosimii la cea dorită, operaţie care poate dura 3—5 ore şi care se face prin poziţionarea răcitoarelor, reglarea vitezelor şi corelarea ei, odată cu intrarea în regim normal de temperatură a maşinei de tras. În toată această perioadă trebuie să se dea o atenţie deosebită controlului termic al cuptorului de tras şi al canalului de lucru.

Temperatura bulbului trebuie menţionată, de obicei, constantă între 1 030°C şi 1 080°C după natura sticlei şi adoptările tehnologice utilizate. Temperatura sticlei în procesul de formare este între 900

și 960°C. Pe lățimea benzii în mașină se recomandă ca abaterea de temperatură să nu fie mai mare de ±2°C.

Deoarece se lucrează cu temperaturi mai ridicate și cu o circulație de sticlă destul de mare, pericolul de cristalizare a sticlei este mult mai redus.

Sticla trebuie să aibă o compoziție care să îi confere o vîscozitate ridicată, calități foarte bune de prelucrabilitate și stabilitate chimică bună.

De obicei compoziția chimică este apropiată de cea prezentată la procedeul Libbey-Owens, adică cu aproximativ următoarea compoziție oxidică : (72—73)% SiO_2 ; (1—1,8)% Al_2O_3 ; (0,04—0,1)% Fe_2O_3 ; (6,5—9,5)% CoO ; (2—4,6)% MgO; (13—14)% alcalii; (0,3—0,7)% SO_3 și alte urme.

Grosimea minimă de bandă folosită este de 1,5 mm cea mai groasă 16 mm. Lățimile de bandă uzuale sînt cuprinse între 200 și 350 cm. Vitezele de tragere sînt de obicei corelate cu grosimile așa cum se arată în tabelul 7.6.

Tabelul 7.6

Corelarea dintre vitezele de tragere și grosimea sticlei trase la tragerea fără debiteuză

Grosimea de bandă mm	Viteza medie de tragere		Viteza maximă de tragere	
	cm/min	m/h	cm/min	m/h
2	167	100	210	125
3	117	70	145	87
4	80	48	100	60
5	59	34	74	44
6	46	28	58	35
7	37	23	47	28

Fabricarea geamurilor laminate

8.1. Principiul de fabricaţie

Laminarea constă în obţinerea printr-o singură operaţie, plecînd de la sticlă fluidă, a unei foi de sticlă sau un covor continuu de sticlă de dimensiuni determinate, avînd o astfel de plasticitate care să nu ducă la lipirea sticlei de părţile metalice ale utilajelor.

Fenomenul esenţial care are loc este răcirea bruscă a sticlei în contact cu un rulou laminor metalic răcit. Laminarea este în esenţă un schimb termic rapid între sticlă, metal şi apa de răcire. Prin contactul rapid dintre sticlă fluidă şi ruloul metalic răcit cu apă se produc în foaia de sticlă ce ia naştere importante gradiente de temperatură, generatoare de tensiuni interne în sticlă. Este absolut necesar ca fenomenul de laminare să fie continuat cu un tratament termic care să relaxeze tensiunile produse şi anume recoacerea sticlei.

Au fost folosite şi se folosesc diferite procedee de laminare.

8.1.1. Scurt istoric al fabricării geamurilor laminate

Primele plăci de sticlă laminată au fost obţinute în anul 1688 cînd Louis Lucas de Nehov a reuşit să obţină plăci de sticlă turnînd pe o masă metalică conţinutul unui creuzet refractar în care se aflǎ sticlă topită şi trecînd apoi peste acesta un valţ metalic răcit. Ruloul laminor avea lateral două cuţite de delimitare cu care regla lăţimea şi grosimea foii de sticlă. După această primă reuşită în anul 1692 Manufactura regală realizează în Pădurea Saint-Gobain prima instalaţie industrială de fabricare a sticlei laminate. Procedeul s-a răspîndit apoi în toată lumea pînă la începutul secolului XX. În ţara noastră procedeul a fost utilizat la fabricele din Tîrnăveni şi Mediaş

pînă în jurul anului 1958, iar în perioada 1950—1958 la fabrica Scăieni. În perioada anilor 1914—1918 Max Bicheraux a perfecţionat acest procedeu. El aduce sticla topită nu direct pe masa de laminare ci într-un rezervor intermediar metalic, plasat în faţa a două rulouri laminoare în mişcare. Foaia de sticlă obţinută curge pe două sau trei mese în mişcare pe sub rulourile laminoare şi preiau continuu foaia astfel obţinută. Foaia obţinută are o grosime constantă şi o planeitate superioară. Cu acest procedeu se obţin prin laminare continuă 30 pînă la 32 m². Capacitatea creuzetului transportat atinge 3,5 t.

O variantă mai modernizată a fost preluarea acestei foi pe rulouri transportoare. În toate aceste variante foile astfel obţinute se introduc în cuptoare tunel de recoacere de diferite tipuri şi capacităţi.

Geamul ornament, avînd pe una din feţe un model, a fost obţinut prima dată turnînd sticla topită pe o masă din fontă pe suprafaţa căreia era imprimat un model. Se turna sticla dintr-o oală metalică refractară pe masa de turnare şi apoi se trecea peste sticlă un rulou laminor lis. Această sticlă albă sau colorată cu modele a fost destinată să înlocuiască vitraliile care se foloseau la ferestrele catedralelor. Sticla a căpătat denumirea de sticlă-catedrală. Mai tîrziu a crescut gama de modele care puteau fi imprimate şi s-a renunţat la folosirea de mese avînd suprafaţa superioară cu model. S-a trecut la folosirea laminării sticlei între două rulouri în mişcare, cel inferior avînd pe suprafaţa exterioară imprimat un model care se trecea pe suprafaţa sticlei laminate (faţa inferioară).

În anul 1880 firma „Chance Brothers" din Birmingham, reuşeşte să deverseze sticla într-un rezervor plasat înaintea celor două rulouri laminoare. Ruloul inferior era gravat şi imprima continuu pe suprafaţa geamului modelul dorit.

Procedeul la început era discontinuu. În perioada anilor 1900—1902 apare în uzinele producătoare maşina de tip „Baudin" unde fenomenul de fabricaţie al geamului laminat-imprimat cu modele, denumit geam laminat ornament are loc în mod continuu.

Procedeul se perfecţionează continuu şi apare aproape simultan în Statele Unite la fabricile uzinelor Ford Motor Co, în Anglia la uzinele companiei Pilkington de la Saint-Helens, în Franţa la Compania Saint-Gobain.

În ţara noastră prin maşina de tip Baudin încep să producă în perioada anilor 1935—1940.

Procedeul de laminare modern s-a dezvoltat în perioada anilor 1960—1963 întîi la Scăieni iar apoi în perioada 1968—1970 la Buzău.

Fabricarea geamului laminat armat a urmărit în general evoluția geamului laminat ornamental. Greutatea intervine prin faptul că în mijlocul foii de sticlă trebuie introdusă o plasă de sîrmă sudată fără ca aceasta să provoace deformări, bule sau alte defecte.

Prima mașină a fost pusă la punct de Appert. La această mașină se făcea laminarea primului strat iar plasa de sîrmă se introducea sub ruloul laminor superior. Ulterior se turna și se lamina deasupra plasei un nou strat de sticlă. Ulterior mașina Baudin a fost adaptată și la producerea geamului armat în mod continuu.

În paralel firma engleză Pilkington Brother Ltd. și-a perfecționat mașina de fabricat geam laminat ornamental. La această varintă se laminează simultan două straturi de sticlă și înainte de îmbinarea lor se introduce între ele plasa de sîrmă, după care se execută o nouă presare exterioară menită să dea planeitatea și luciul superficial necesar produsului.

8.1.2. Produse fabricate prin laminare

După particularitățile de laminare și compoziția sticlei prelucrate se deosebesc : sticla laminată șlefuită, sticla ornamentală, sticla armată.

Sticla laminată destinată șlefuirii și polizării. Este produsul cel mai pretențios datorită calităților ce i se impun pentru a se preta la prelucrarea ulterioară a suprafeței. Foaia trebuie să aibă cele două fețe paralele. Detensionarea trebuie făcută cît mai bine pentru a împiedica spargerea foilor la șlefuire și polizare. Nu se admit neomogenități chimice sau termice, incluziuni gazoase sau incluziuni active. Procedeul permite obținerea unui covor continuu cu lățimea pînă la 4 m și din care se pot tăia foi pentru șlefuire și polizare cu lungimea pînă la 8 m. Acest geam, după șlefuire și polizare, are o transparență foarte bună fețele riguros paralele și bine lustruite. El se folosește în industria automobilelor sub formă securizată și ca materie primă la fabricarea oglinzilor. Sticla trebuie să aibă un coeficient de transmisie al luminii foarte bun și o duritate adecvată procesului de șlefuire mecanică. Sînt cunoscute sub denumirea comercială „glace". Se fabrică în grosime de la 3 mm pînă la 18 mm.

Sticla laminată ornamentată clară sau colorată. Este o sticlă plană care are pe una din suprafețe un model menit să dea un plus de estetică. Ea este translucidă dar nu transparentă. Este destinată industriei construcțiilor civile și industriale.

Sticla laminată armată. Este o sticlă care are în interior o rețea de plasă de sîrmă ce îi conferă rezistențe mecanice superioare și

caracteristicele unui geam de securitate. Aceste sticle pot avea o formă plană sau ondulată. Sub aceste forme poate fi folosită la pereți, acoperișuri, luminatoare la construcțiile civile și industriale.

8.2. Utilaje și instalații folosite la fabricarea geamurilor laminate

8.2.1. Turnarea și laminarea pe mese fixe

Procedeul este astăzi abandonat în majoritatea țărilor producătoare. Masa folosită este confecționată de obicei din fontă refractară turnată cu suprafața superioară striată. În interior masa este răcită cu apa în circulație forțată. De obicei, apa de răcire este dedurizată pentru a nu se favoriza depunerea în interior a pietrei pe pereți sau țevi. Valțul superior, executat din fontă sau oțel refractar cu diametre variabile de la 80 pînă la 180 mm. Viteza de deplasare a valțului superior este de 1,5—2 m/min. Procedeul este discontinuu. Grosimea obținută, de obicei, este de 6 mm.

8.2.2. Fabricarea geamurilor laminate pentru șlefuire

Schema tehnologică de fabricație este prezentată în fig. 8.1, *a*.

Sticla topită în cuptorul de topire ajunge în zona de deversare la o temperatură de prelucrare cuprinsă între 1 080 și 1 150°C. Înaintea rulourilor lamnioare *1* se plasează o piesă denumită buză de curgere 3 de formă specială de așa natură încît să alimenteze continuu laminarea. Aceste piese de obicei din material silico-aluminos sînt supuse unui regim termic și mecanic deosebit. Ele se execută dintr-o singură bucată cu lățimea pînă la 350 mm și lungimea pînă la 3 m. Piesa se tempereazä și apoi într-un suport metalic răcit se amplasează lîngă gura de deversare a sticlei din cuptor. Lateral se plasează două piese de ghidare din șamotă sau oțel refractar care delimitează lățimea benzii de geam. În fața rulourilor pentru a le feri de gazele calde sau flacăra directă se plasează, de obicei, un ecran din plăci silico-aluminoase cu posibilități de deplasare pe verticală.

Sticla intră între rulourile laminoare *1* care se rotesc în sensuri inverse unul față de celălalt, prinzînd între ele sticla fluidă. Rulourile sînt confecționate din oțeluri refractare sau fonte refractare aliate. Ele se execută dintr-un miez de oțel găurit la interior cu 8—12 găuri pe toată lungimea rulourilor, peste care se trage un manșon din oțel sau fontă aliată. Diametrul lor variază de la 250

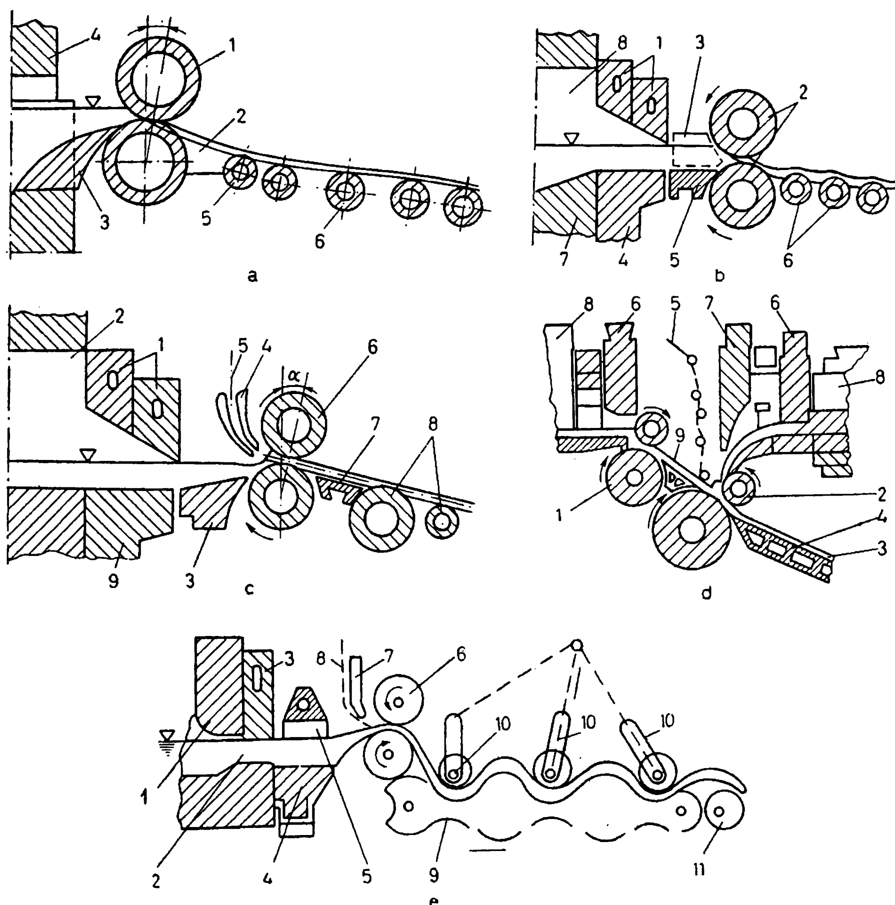


Fig. 8.1. Fabricarea sticlei laminate :

a — geamuri laminate pentru șlefuire (secțiune longitudinală prin zona de laminare) ; *1* — rulouri de laminare ; *2* — masă răcită ; *3* — buza de curgere ; *4* — cuptor de topire ; *5—6* — rulouri purtătoare ; *b* — geamuri laminate ornamentale (secțiune longitudinală) ; *1* — ecrane refractare ; *2* — rulouri laminoare ; *3* — piese de ghidare ; *4* — buză de curgere ; *5* — masă tampon ; *6* — rulouri purtătoare ; *7* — bazin de lucru ; *c* — geam laminat armat (secțiune longitudinală) ; *1* — ecrane ; *2* — cuptor de topire ; *3* — buză de curgere ; *4* — răcitor ; *5* — plasă metalică ; *6* — rulouri laminoare ; *7* — masă metlică ; *8* — rulouri purtătoare ; *d* — geam laminat armat (metoda Pkington) ; *1, 2* — rulouri laminoare ; *3* — foaie de sticlă ; *4* — masă metalică ; *5* — plasă de sîrmă ; *6* — ecran ; *7* — ecran ; *8* — cuptor de topire ; *9* — sticlă prelaminată ; *e* — geam laminat ondulat transversal (secțiune longitudinală) ; *1* — cuptor ; *2* — sticlă ; *3* — ecran ; *4* — buză de curgere ; *5* — ecran ; *6* — laminor ; *7* — răcitor ; *8* — plasă de sîrmă ; *9* — conformator ; *10* — presor ; *11* — rulou.

pînă la 400 mm. Debitul de apă de răcire folosit variază de la 70 pînă la 150 m^3/h apă demineralizată în circuit forțat cu presiunea de la 2 la 4 at. Înainte de intrare apa este trecută prin filtre suplimentare care împiedică corpurile străine să pătrundă în orificiile de răcire. Viteza de laminare variază de la 150 pînă la 250 m/h după diametrul laminorului, debitului de apă de răcire și cerințele de calitate ale produsului. De obicei, cele două valțuri nu au aceleași diametre, cel inferior avînd diametrul puțin mai mic. Înălțimea sticlei față de suprafața buzei de curgere este de 400 mm, unghiul de deversare 35 pînă la 40°. După laminare este plasată masa *2* din fontă sau oțel și răcită la interior. Uneori piesa *2* se confecționează din două părți, prima parte răcită cu apă și a doua avînd la suprafața superioară fante. Aerul comprimat introdus în interiorul mesei *2* (partea a doua) iese la suprafață astfel că foaia de sticlă să curgă pe un strat de aer (pernă). După aceasta banda de sticlă este preluată pe o serie de rulouri metalice răcite la interior cu aer sau apă și introdusă într-un cuptor de recoacere continuu lung de la 65 la 120 m.

De obicei rulourile laminoare *1* și masa *2* se așază pe un șasiu pe roate de deplasare și dispozitive mecanice de ridicare sau lăsare pe verticală sau de înclinare. Rulourile sînt acționate cu transmisii cardanice foarte bine reglate, care nu produc vibrații sau șocuri. Mișcarea este dată de un motor de curent continuu cu turație reglabilă, curentul fiind furnizat de un grup Ward-Leonard propriu.

Rulourile 5 și 6 sînt acționate sincron cu *rulourile 1* prin transmisii cardanice sau transmisii cu lanț. Orientativ se dau principalele caracteristici ale mașinilor de laminat de fabricație sovietică P.L.1-160 și P.N.-1 001 (tabelul 8.1).

Banda de geam se introduce în cuptoare de recoacere de lungime variabilă cuprinsă între 80 și 120 m. Ele au în interior transportoare cu rulouri metalice. În primele zone ale cuptorului se folosește încălzirea electrică. Cuptorul are prevăzute ventilatoare în regim de exhaustor, care reglează circulația curenților calzi în interiorul cuptorului.

Spre exemplificare prezentăm caracteristicile cuptorului sovietic G.P.O. 160 în tabelul 8.2.

În țara noastră o asemenea instalație se află la Buzău. Laminorul are lățimea de bandă de 2 700 mm și produce 120—150 t/24 h. Grosimea benzii recoapte 4—18 mm. Cuptorul de recoacere cu încălzire electrică are lungimea totală de 140 m.

Tabelul 8.1

Caracteristicile tehnice ale mașinilor de laminat de fabircație sovietică

Caracteristici tehnice	P.L.I–160	P.N. 1001
Lățimea de bandă laminată, mm	1 600–1 800	3 150
Dimensiunile valțului laminor		
diametrul, mm	5350	370
lungimea, mm	2 000	3 400
Numărul maxim de rot/min	3,4	3,5
Viteza maximă de laminare, m/min	3,73	2,985
Unghiul de înclinare al mesei, grade	15–25	—
Producția realizată t/24 h	70–80	130–150
Caracteristicile motorului de curent continuu		
puterea, kW	6,5	—
turația, rot/min	250–1 550	—
Dimensiunile de gabarit, m	1,5×3,5×2	—
Greutatea, t	9	—

Tabelul 8.2

Caracteristicile tehnice ale cuptoarelor de tratament în fabricarea geamurilor laminate

Producția cuptorului, t/24 h	de la 80 t
Lățimea benzii recoapte, mm	1 600–1 800
Grosimea benzii, mm	5–15
Viteza de deplasare a benzii, m/min	0,618–3,73
Puterea folosită pentru deplasare, kW	21
Lungimea cuptorului, m	122

8.2.3. Fabricarea geamurilor laminate ornamentale

Prezentarea schemei de fabricație se poate observa în fig. 8.1, *b*. Sticla topită ajunge pe buza de curgere *4* delimitată de piesele de ghidare *6*. Lățimea buzei de curgere *4* executată din materiale silico-aluminoase ajunge la 250 mm. Rulourile de laminare *2* sînt protejate de ecranele *1* din materiale refractare silico-aluminoase. Masa tampon *5*, metalică răcită, poate fi utilizată sau nu. La liniile actuale ea a fost redusă, buza de curgere aducînd sticla direct la rulourile laminoare *2*. Banda laminată trece apoi pe covorul de role *6* și este introdusă în cuptoare de recoacere.

Rulourile *2* sînt executate din oțeluri refractare cu un conținut de crom de 11—13% și conținutul de carbon foarte redus (de obicei,

oțeluri austenitice aliate) sau oțeluri aliate cu crom și molibden. În general conținutul de carbon ajunge pînă la 0,425%, conținutul de crom ajunge pînă la 1,2% și conținutul de molibden pînă la 0,5%. Rezistența admisibilă la rupere ajunge pînă la 110 kgf/mm^2.

De obicei diametrul exterior ajunge la 200 mm iar cel interior de 90—100 mm. Ambele rulouri au conicitate, iar diametrul minim este la mijlocul ruloului. Cele două rulouri au diametre diferite. Ruloul inferior gravat este mai mic cu 3—4 mm față de ruloul superior.

Rulourile sînt răcite la interior cu apa sub presiune, debitele de răcire fiind variabile de la 40 la 60 m^3/h. În interior se introduce un ax cu aripioare care se rotește prin circulația apei ajutînd astfel la răcirea mai uniformă a pereților interiori ai ruloului. Durata de funcționare a unui rulou este de 7—8 000 ore. De obicei în cuptor sticla ajunge înainte de deversare la o temperatură de 1 260°C. Înainte de laminare sticla are o temperatură între 1 150 și 1 180°C urmărind ca fluiditatea sticlei să permită imprimarea modelului. După laminare sticla are o temperatură cuprinsă între 800 și 850°C, temperatură care scade pînă la intrarea în cuptorul de recoacere. Pentru menținerea temperaturii sticlei cît mai ridicată și mai uniformă, suprafața sticlei pînă la intrarea în cuptorul de recoacere se acoperă cu o bandă de țesătură din fire de sticlă sau de azbest.

Cuptorul de recoacere are lungimi mai reduse (50—70 mm). În țara noastră cuptoarele cu zona încălzită au lungimea de la 50 la 55 m și zona rece, neîncălzită, de la 10 la 12 m. Tăierea și ruperea foii recoapte se face mecanizat cu dispozitive mecanice de tăiere și rupere. Lățimile de bandă laminate după această tehnologie variază de la 1 400 mm pînă la 2 200 mm. Grosimea sticlei laminate cuprinsă între 3 și 8 mm. Durata de funcționare fără întrerupere a unui laminor ajunge la 8—10 zile.

8.2.4. Fabricarea geamurilor laminate armate

8.2.4.1. **Fabricarea geamurilor armate plane.** Schema tehnologiei de fabricație este prezentată în fig. 8.1, *e* și *d*. La această fabricație similară cu cea folosită la laminarea geamurilor laminate ornamentale apar cîteva particularități specifice acestei fabricații. Buza de curgere ia forma *3*. Plasa de sîrmă *5* se introduce pretensionată între răcitoarele *4*. Prin fanta celor două răcitoare *4* plasa de sîrmă este introdusă în masa de sticlă înainte de laminare. Răcitoarele se execută din tablă, sînt răcite la interior și protejate la partea în contact cu plasa de sîrmă *5* cu tablă de alamă sau cupru. Plasa odată introdusă este presată în sticlă și apoi trasă de covorul de sticlă. De obicei,

ruloul de plasă este prevăzut cu un sistem de frînare menit să pretensioneze plasa de sîrmă.

În unele variante, răcitoarele 4 sînt înlocuite cu un rulou de diametrul 50—60 mm răcit la interior cu apă. Plasa trecînd prin fața acestuia este introdusă în masa de sticlă înaintea laminorului 6. Firma Pilkington a pus în aplicare procedeul arătat în fig. 8.1, *d*. Plasa de sîrmă 5 este introdusă în masa de sticlă laminată de rulourile 1. După așezarea plasei de sîrmă peste aceasta se aduce un nou strat de sticlă fluidă, care este laminată de rulourile 2 la un loc cu prima foaie prelaminată de valțul 1 și plasa de sîrmă 5 așezată pe sticla 9. Sticla, astfel laminată în două straturi asamblate cu plasa de sîrmă 3, curge pe masa de preluare 4 și de aici este introdusă într-un cuptor tunel de recoacere.

Mașina de laminat este similară cu cea descrisă la fabricarea geamurilor laminate ornamentate. Grosimea foilor de sticlă obținute este cuprinsă între 5 și 7 mm. Lățimea de bandă este cuprinsă între 5 și 7 mm. Lățimea de bandă este cuprinsă între 1 400 la 2 000 mm. Viteza de laminare de la 1,1 pînă la 1,5 m/min.

8.2.4.2. **Fabricarea geamurilor armate ondulate.** Se fabrică în două variante :

— cu ondularea transversală ;

— cu ondularea longitudinală.

Geamurile laminate ondulate cu ondularea transversală se fabrică de obicei pe instalații adaptate la instalațiile destinate fabricării geamurilor armate plane (fig. 8.1, *c*).

Masa 7 se înlocuiește cu un conformator de ondule. El este confecționat dintr-o serie de ondule din fontă aliată acționate lateral prin lanțuri de transmisie.

Sticla din cuptor trece pe sub ecranele 4 și 5 peste buza de curgere 3 și intră în rulourile de laminare 6. Plasa trece pe lîngă răcitorul 7 și este introdusă în sticla fluidă. Banda de sticlă plană se așază în plăcile conformatorului 9. Presorul 10, executat din rulouri din țeavă (trei bucăți) lungi cît lățimea benzii laminate, este răcit la interior cu aer comprimat și ridicat prin lanțuri de un piston acționat de un cilindru cu aer comprimat. Deplasarea conformatorului 9 este sincronizată cu viteza de laminare a rulourilor 6 și cu ridicarea și lăsarea presorului 10. Banda ondulată este apoi luată pe un covor de rulouri 11 foarte apropiate și introduse într-un cuptor de recoacere de tip tunel. Pasul ondulei este de 177 mm și înălțimea ondulei de 50 mm. În general se utilizează 5,5 ondule la o distanță de 92 cm de lungime. Toate comenzile sînt cu aer comprimat iar sincronizarea comenzilor se face prin dispozitive cu came.

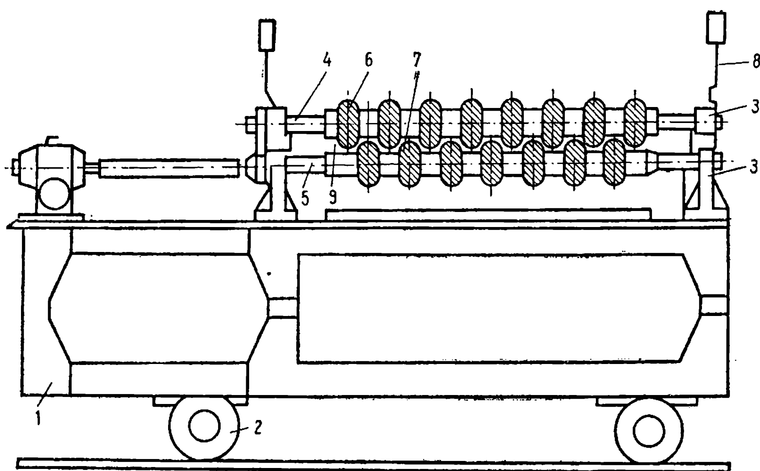


Fig. 8.2. Fabricarea geamului laminat ondulat. Conformare longitudinală. Secțiune transversală prin mașina de laminat :
1 — șasiu ; *2* — roți de deplasare ; *3* — lagăr mobil ; *4* — arbore ; *5* — arbore inferior ; *6, 7* — valțuri canelate ; *8* — contragreutate ; *9* — sticlă armată ondulată.

Geamul laminat armat ondulat cu ondularea longitudinală (fig. 8.2).

Prezintă avantajul că lungimea plăcii folosite poate fi de 3—4 m. Fabricarea se face executînd după laminarea plăcii plane armate, conformarea longitudinală folosind două rulouri cu sprafețele exterioare ondulate care se rotesc sincron, obligînd banda de sticlă să ia o formă ondulată pe lățime. Banda astfel ondulată pe lungime curge continuu și se introduce în cuptoare de recoacere.

8.2.4.3. **Fabricarea geamurilor armate de tip profilat.** Se folosesc două procedee :

— cu secțiune deschisă ;

— cu secțiune închisă.

La geamul de tip profilat cu secțiune deschisă, după laminare se introduc lateral role de grafit sau oțel refractar obligînd ridicarea marginilor. De obicei, pe lățimea laminorului se execută simultan două benzi profilate. Lățimea tălpii profilului are 220 sau 400 mm.

În ultima perioadă procedeul s-a perfecționat. Cu dispozitive cu role de grafit se ridică pereții laterali ai profilului și apoi aceștia se rabat unul peste altul, obținîndu-se o secțiune dreptunghiulară închisă din sticla cu lățimea tălpii de 200 mm.

Compoziția și calitățile sticlei folosite. Sticla folosită trebuie să aibă caracteristici de prelucrare adecvate. Sticla laminată destinată șlefuirii trebuie să aibă o compoziție care să îi confere o duritate mai scăzută și să se preteze la o relaxare a tensiunilor cît mai bună.

De obicei rețetele folosite au următoarele compoziții oxidice: SiO_2 — 72%; $Al_2O_3+Fe_2O_3$ — 1,2%; alcalii — 13%; CaO — 9%; MgO — 3%; SO_3 —0,5%; BaO — 0,5%. Uneori la aceste rețete se reduce cantitatea de oxid de magneziu și de aluminiu și se crește procentul de oxid de calciu.

Sticlele laminate armate sau laminate ornamentate au în general următoarea compoziție oxidică: SiO_2 — 71,4%; Al_2O_3 — 1,82%; Fe_2O_3 — 0,15%; CaO — 12%; MgO — 0,56%; alcalii — 14%.

Performanțele sistemului. Lățimile de bandă maxime atinse ajung la 4 m. Uzual lățimile se grupează astfel:

— la geamurile laminate ornamentate sau armate lățimile sînt de la 1 400 mm pînă la 2 500 mm;

— la geamurile laminate destinate șlefuirii lățimile sînt de 1 800; 2 200; 2 500; 2 800; 3 200; 3 500; 4 000 mm.

Vitezele de laminare pot să ajungă la 5 m/min. Extracțiile de sticlă variază de la 80 pînă la 180 t/24 ore. Randamentul de fabricație ajunge pînă la 85%.

Fabricarea geamurilor plane prin şlefuire şi polizare

9.1. Generalităţi. Criterii de alegere a procedeului

Progresul tehnic şi exigenţele calitative ale consumatorilor au impus fabricaţiei de sticlă plană sarcini de îmbunătăţire continuă a calităţilor optice şi mecanice ale sticlelor plane, paralel cu creşterea capacităţilor de producţie. Sticla plană trasă, dar mai ales cea laminată nu mai satisface cerinţele optice impuse în fabricarea oglinzilor, a vitrinelor elegante, a geamurilor securizate pentru autovehicule. Geamurile laminate, după tratamentul termic din cuptoarele de recoacere, au un aspect translucid, cu suprafaţa neregulată cu adîncituri şi denivelări pe ambele suprafeţe. Încă din perioada evului mediu, diverşi specialişti au conceput un sistem de prelucrare a celor două suprafeţe cu abrazivi în scopul de a le face perfect plane cu feţele paralele, folosind operaţia mecanică de înlăturare a unor straturi de sticlă prin uzura mecanică şi apoi lustruirea suprafeţei pînă cînd aceasta capătă transparenţa şi luciul necesar fabricării oglinzilor. Operaţiile se executau manual, cu un consum de muncă deosebit de mare, la o producţie redusă foarte costisitoare. Odată cu dezvoltarea tehnică, pe aceleaşi principii operaţiile au fost mecanizate şi automatizate ajungîndu-se la liniile moderne din perioada anilor 1938—1954. Primele mecanizări au apărut în jurul anilor 1880 cînd au apărut maşini de şlefuit cu masa rotundă. Ele au fost înlocuite apoi cu cărucioare de şlefuit în jurul anilor 1924—1925. Primele instalaţii de şlefuire şi polizare în flux continuu au început să lucreze în anii 1922.

În jurul anilor 1936—1937 în Anglia se pune în funcţiune o instalaţie de şlefuire şi polisare continuă a ambelor feţe simultan, procedeul fiind cunoscut sub numele de „twin“ generalizat apoi şi aplicat în Franţa între anii 1939—1940. În restul ţărilor procedeul

a început să fie aplicat începînd din anul 1946, paralel cu perfecționarea lui. Astfel, în polizarea continuă apare la fabrica „Sambre" procedeul cunoscut sub numele de „Duplex", iar apoi în uzinele companiei Saint-Gobain procedeul de polizare „Jusant".

Începînd din anul 1954, procedeul nu se mai dezvoltă, el fiind concurat de apariția pe scară industrială a procedeului de șlefuire prin „plutirea sticlei" pe metal topit (float), procedeu care, deși nu asigură aceeași calitate, datorită costurilor mult mai scăzute și capacităților de producție mult mai mari, a început să înlocuiască treptat procedeul de șlefuire și polizare continuă.

Sub denumirea de șlefuire se definesc două operații distincte care totuși par a se confunda. Prima operație este șlefuirea propriu-zisă care constă în înlăturarea tuturor denivelărilor și deformărilor de pe suprafața sticlei brute, folosind în acest sens, frecarea lichidă care apare între un disc de fontă în mișcare și suprafața sticlei. Lichidul folosit este o pulpă abrazivă de obicei din nisip și apă. A doua operație constă în prelucrarea fină a suprafeței pe aceleași principii, cu deosebirea că nisipul abraziv are fracțiuni granulometrice din ce în ce mai fine, aducînd suprafața la un aspect mat, aptă pentru operația de polizare. Această suprafață mată se prezintă la vedere ca o suprafață plană cu aspect satinat care difuzează lumina. Această suprafață groasă pînă la 15 μ are aspectul unor înțepături și fisuri. Polizarea are ca scop înlăturarea acestei zone, obținerea unei suprafețe perfect lise și transparente. Polizarea constă în frecarea puternică a suprafeței cu un disc de pîslă alimentat continuu cu o soluție de oxid de fier sau ceriu în apă. Fenomenul este foarte lung și anevoios, realizîndu-se evaporarea continuă a soluției de oxid și reluarea fenomenului. Această operație este cunoscută și sub denumirea de polizare cu uscare succesivă.

9.1.1. Șlefuirea și polizarea sticlei plane. Materialele folosite

Clasificarea abrazivilor. La șlefuirea geamurilor plane pot fi folosiți diverși abrazivi naturali sau sintetici. Cei mai utilizați sînt de obicei nisipul, granitul, granații naturali, corundul, electrocorundul, carbid-borul.

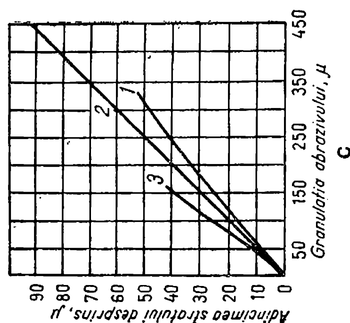
În procesul de șlefuire o deosebită importanță o are asigurarea sortului granulometric necesar. Stratul șlefuit, grosimea acestuia depind foarte mult de natura abrazivului și de sortul granulometric folosit. Se cunosc diferite materiale brazive folosite în șlefuirea geamului. În general cu cît duritatea este mai ridicată, cantitatea de sticlă extrasă (erodată) este mai mare în aceleași condiții de lucru.

În fig. 9.1, c se prezintă rezultatele de laborator obținute folosind la șlefuirea aceleiași sticle, nisip, granat sau corund (electrocorund). Se vede că în aceleași condiții de granulație și presiune, nisipul are cea mai slabă eroziune, adîncimea stratului desprins fiind cea mai mică comparativ cu corundul și granatul.

Totuși, din motive economice, fiind cel mai ieftin și ușor de obținut, cele mai multe instalații au folosit și folosesc nisipul ca element de șlefuire. Nisipurile folosite trebuie să aibă o serie de calități care să le facă cît mai apte acestei utilizări. Din experiența instalațiilor în funcțiune, nisipurile recomandate au următoarele caracteristici :

— compoziția chimică SiO_2 — 99,2%; Fe_2O_3 — 0,30%; Al_2O_3 — 0,31%;

— compoziția mineralogică — cuarț 97—98%, feldspat pînă la 1%, muscovit, clorit, minerale opace pînă la 1%;



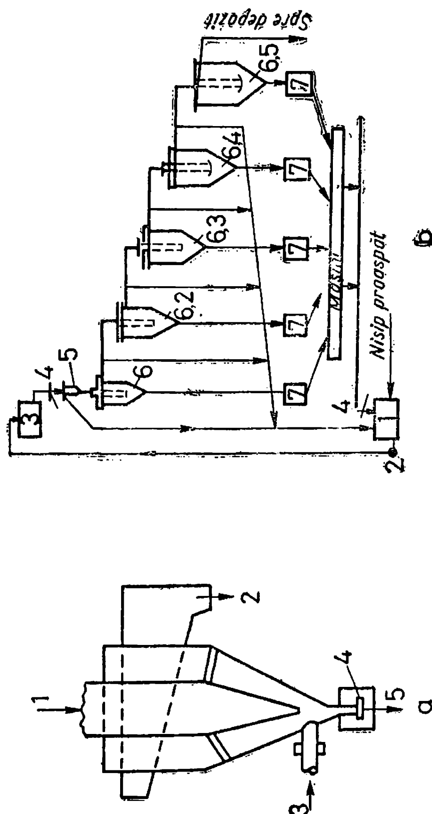


Fig. 9.1. Clasor conic (a):
1 — pulpa ; 2 — fracțiune evacuată ; 3 — apa ; 4 — diafragmă ; 5 — fracțiunea de lucru ; b — schema clasificatorului vertical ; 1 — rezervor ; 2 — pompă ; 3 — rezervor superior ; 4 — sită ; 5 — dozator ; 6 — conuri de sedimentare ; 7 — concentrator ; c — adîncimea stratului desprins în funcție de abraziv ; 1 — nisip ; 2 — granat ; 3 — corund.

— suprafața granulelor trebuie să fie cît mai puțin lustruită, cu pelicule argiloase cît mai subțiri, dacă este posibil chiar inexistente ;

— bobul de nisip să nu prezinte fisuri și să aibă o structură cît mai rezistentă la compresiune.

Pentru a se putea realiza o șlefuire de calitate nisipul trebuie clasificat, separînd granulele pe grupe de diametre apropiate.

Această operație se poate executa în diferite moduri. Cea mai ușoară metodă este prin sitare, folosind diferite site. Amestecul de granule de nisip de diferite diametre este trecut pe diferite site din ce în ce mai dese (cu număr de ochiuri de trecere mai mare la aceeași unitate de suprafață). Granulele mai mari rămîn ca reziduu la fiecare sită.

Separarea pe sorturi de granule, folosind site, se caracterizează prin două elemente : productivitatea stării și eficacitatea acesteia.

Productivitatea sitării se definește prin cantitatea de nisip ce trece printr-un metru pătrat de sită în unitatea de timp ($kg/m^2 \cdot$oră).

Eficacitatea unei sitări este raportul dintre greutatea fracțiunilor care au trecut prin sită și greutatea aceleiași fracțiuni din cantitatea de material supus sitării. Matematic ea se exprimă astfel :

$$E = 100 \cdot \frac{b(a - c)}{a(b - c)} \quad (9.1)$$

unde : E este eficacitatea sitării ;

a — conținutul de fracțiune fină care trece prin sita aleasă (teoretic) în starea inițială nesitată (în procente) ;

b — conținutul (cantitatea) de material care se regăsește din aceeași fracțiune în materialul care a trecut prin sită în procente ;

c — cantitatea de material de aceeași fracțiune care a rămas pe sită după operația de sitare.

În practica industrială clasificarea prin sitare nu este folosită, ea a rămas numai în practica de laborator. Industrial se folosește clasificarea hidraulică. Această clasificare nu dă aceeași precizie ca și clasificarea prin sitare, datorită unor factori perturbatori.

Clasificarea hidraulică se bazează pe faptul că viteza de separare a particulelor de nisip de diferite diametre este diferită.

Viteza de sedimentare se definește după legea lui Stocs :

$$v = \frac{g(\gamma_1 - \gamma_2)}{18\,\eta}\,\mu\, d^2 \quad (9.2)$$

în care : v este viteza de sedimentare, în cm/s ;
g — accelerația gravitațională, în cm/s^2 ;
γ_1 — greutatea specifică a particulei abrazive, în g/cm^3 ;
γ_2 — greutatea specifică a mediului dens, în g/cm^3 ;
d — diametrul particulei care se depune, în cm ;
μ — coeficientul de viscozitate dinamică, în g/cm·s.

Legea lui Stocs este valabilă în domeniul de diametre cuprinse între 10 și 100 μ și dacă forma particulei este sferică. Aceste deziderate practic nu se întîlnesc și formula suferă o serie de corecții.

Clasificarea hidraulică se bazează pe depunerea abrazivului într-un mediu lichid (apa), care poate fi făcută pe verticală sau orizontală.

Clasificarea verticală. În clasificare elementul de bază este conul de clasificare prezentat în fig. 9.1, *a*. Pulpa conținînd apă și nisip de o densitate cuprinsă între 1,1 și 1,3 g/cm^3, se introduce pe la partea centrală. Fracțiunea cea mai mare se depune prima și apoi în ordine descrescîndă următoarele fracțiuni. Fracțiunile mai mici se evacuează prin partea superioară. La partea inferioară a conului se introduce un jet de apă curată, pentru a împiedica înfundarea acestuia.

Depunerea se evacuează către mașina de șlefuit printr-o diafragmă (orificiu) calibrat.

Clasificarea verticală continuă este prezentată în fig. 9.1, *b*. Nisipul proaspăt se introduce în rezervorul *1* de unde cu ajutorul pompei centrifugale *2* pulpa se introduce în rezervorul superior *3*. De aici pulpa trece prin sita *4* și dozatorul *5*. Reziduul de pe sita *4* curge înapoi în rezervorul *1* prin cădere liberă. De la dozatorul *5* pulpa cade în conurile de clasificare *6* dispuse în cascadă. În primul con de clasificare se separă cele mai grele fracțiuni. Apoi preaplinul cu fracțiuni mai fine se introduce în conul *6* și așa mai departe pînă la ultimul con în care vor ajunge fracțiunile cele mai fine.

Fracțiunile foarte fine inutilizabile se evacuează în gropi de șlam. Sub fiecare con se introduce un rezervor intermediar, concentrator *7* iar apoi de la fiecare concentrator pulpa se distribuie la grupe de mașini de șlefuit. Pulpa abrazivă după ce a fost folosită la șlefuire se evacuează din nou către rezervorul colector *1* după ce în prealabil a fost trecută prin sita de control unde se înlătură urmele de ghips, pilitură de fontă și alte impurități.

Conurile de sedimentare *6* au o formă conică la partea inferioară care se racordează la partea superioară cu un cilindru.

Rezolvările constructive ale acestor clasificatoare sînt foarte variate. Aceste clasificatoare prezintă dezavantajul unei funcționări

discontinue și unei productivități reduse, de aceea au fost abandonate.

Clasificarea orizontală. Este tipul de clasificare cel mai generalizat în prezent la majoritatea instalațiilor. Schema unui asemenea clasificator este prezentată în fig. 9.2.

Nisipul este uscat într-un uscător rotativ *1* după care se cerne prin sita *2* unde se elimină fracțiunea foarte mare și impuritățile.

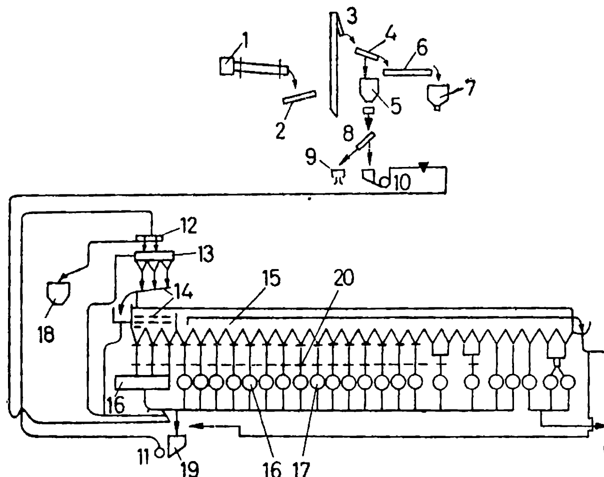


Fig. 9.2. Schema clasificatorului orizontal continuu :
1 — uscător de nisip ; *2* — sită de cernere ; *3* — elevator ; *4* — sită ; *5* — buncăr dozator ; *6* — bandă de transport ; *7* — buncăr evacuare ; *8* — sită vibratoare ; *9* — reziduu ; *10* — pompă centrifugă ; *11* — pompă centrifugă ; *12* — sită vibratoare ; *13* — dozator ; *14* — partea de capăt a clasificatorului ; *15* — buncăre de clasificare (conuri) ; *16* — primele 10 mașini de șlefuit ; *17, 22* — mașini de șlefuit ; *18* — buncăr reziduu ; *19* — bazin colector ; *20* — diafragme.

Printr-un elevator *3* și o sită *4* nisipul uscat se depune în bunkerul cu dozator *5*. Prin sita de control *8* nisipul se aduce în rezervorul *10* unde se diluează cu apa și se pompează în bunkerul *19*. De aici cu pompa *11* pulpa abrazivă nouă cît și cea recuperată se pompează la dozatorul *13*. Înainte de intrarea în dozator se pune o sită vibratoare 12, care elimină eventualele deșeuri de gips, fier etc. și le evacuează la buncărul *18*.

Din dozatorul *13* pulpa cade în partea din față a clasificatorului *14* alcătuită din celule mari care preiau fracțiunile cele mai mari.

Preaplinul de la celule *14* trece peste un prag și alimentează apoi în flux orizontal celulele *15* dispuse înseriat în cascadă. Din flux se depun succesiv particulele în ordinea greutății lor, fiecare din

grupele de celule conţinînd fracţiuni granulometrice în anumite grupări apropiate ca diametre.

Din celule *15*, prin diagramele *20* de reglare a debitului se alimentează maşinile de şlefuit *17*. Din primele celule *14* se alimentează de obicei primele grupe de maşini pentru şlefuirea brută, iar apoi fiecare maşină se alimentează de la un grup de trei celule dispuse transversal.

După executarea şlefuirii pulpa rezultată se colectează şi se reintroduce în buncărul *19*. Pulpa care conţine fracţiuni sub 15 μ se evacuează la un depozit de nămol, nemaifiind utilă în procesul de şlefuire.

Debitul alimentat este diferenţiat la fiecare maşină. De obicei primele maşini sînt alimentate cu un debit mai mare de pulpă abrazivă (35—40 l/min), iar aceasta scade treptat ajungînd la ultimele maşini la 12 l/min.

Uneori din motive de gabarit pentru a se evita ocuparea unui spaţiu prea mare se poate executa clasorul din elemente dispuse paralel, între care se introduc pompe de legătură ce readuc pulpa în clasor. În acest caz creşte puterea absorbită, iar clasorul devine foarte greu de condus ieşind foarte uşor din regimul normal de funcţionare (stabil). Se recomandă ca suprafaţa liberă a acestuia să crească treptat, aşa cum se arată în fig. 9.3. Această dispunere permite în prima parte a clasorului, viteze de deplasare a pulpei mai

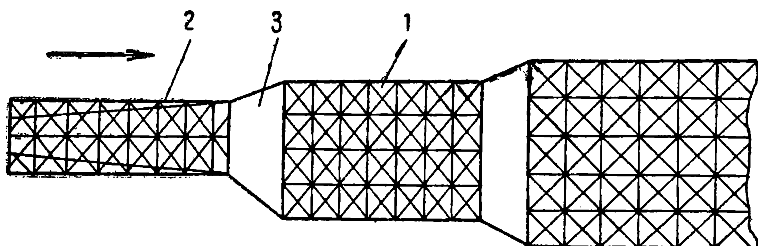


Fig. 9.3. Suprafaţa orizontală a clasorului :
1 — con de sedimentare ; *2* — partea din faţă ; *3* — zona de trecere.

mari, fapt ce nu va permite depunerea părţilor uşoare, acestea urmînd a fi depuse către părţile finale ale clasorului.

De obicei, în clasificarea cunoscută se obţin sorturi principale de nisipuri grupate după diametrul mediu al particulei de nisip. Modulul de trecere de la o fracţiune la alta este $E = \sqrt{2}$.

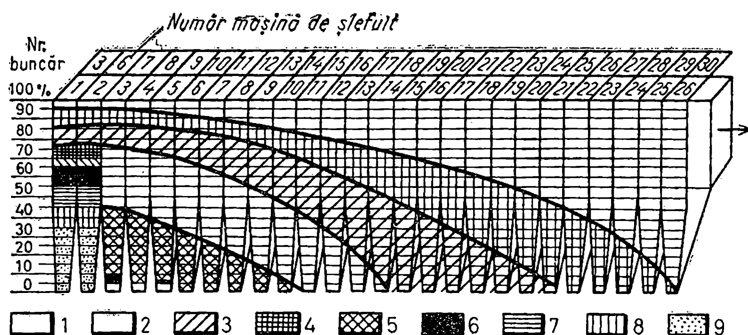


Fig. 9.4. Compoziția granulometrică a nisipului în buncărele clasificatorului continuu River-Ruj (S.U.A.) :
1 — fracțiuni 0,02 mm ; *2* — 0,035—0,02 mm ; *3* — 0,043—0,035 ; *4* — 0,060—0,043 ; *5* — 0,073—0,060 ; *6* — 0,103—0,073 ; *7* — 0,145—0,103 ; *8* — 0,180—0,145 ; *9* — 0,170 mm.

La o funcționare corespunzătoare a clasorului, compoziția granulometrică trebuie să se prezinte ca cea din fig. 9.4. Se observă că în fiecare con s-au depus fracțiuni de granulații diferite dar apropiate în ordine descrescîndă.

9.2. Tehnologia de șlefuire, factorii care intervin în procesul de șlefuire. Principiile de dimensionare a instalațiilor de șlefuit

Multă vreme tehnologia procesului de șlefuire a fost empirică neavînd la bază o analiză și o cercetare corespunzătoare. Abia în anii 1921—1922 Preston a publicat primele rezultate ale cercetărilor sale experimentale și de laborator, definind procesul.

Procesul de șlefuire a suprafeței sticlei se poate împărți în două etape distincte. Prima etapă este înlăturarea grosieră a sticlei în scopul obținerii planeității necesare și a paralelismului suprafețelor. Etapa a doua constă în șlefuirea fină menită a produce o suprafață cu asperitățile cît mai uniforme și cît mai mici, pregătind etapa de polizare. Finalul acțiunii de șlefuire este obținerea unei suprafețe mate cu asperități și rugozități cît mai mici, asperitatea medie fiind de 4—5 μ.

Dacă se urmărește procesul fizico-chimic de șlefuire se observă că odată cu începerea operației au loc următoarele faze :

— în prima fază, granulele de abraziv produc pe suprafața ce urmează a fi șlefuită niște crăpături de forma unor conuri cu vîrful în jos, care pătrund către adîncimea sticlei și se măresc pe măsura creșterii presiunii. Odată cu creșterea presiunii, se produc spargeri de sticlă între aceste conuri și suprafața se degradează în totalitate ;

— odată cu punerea în mișcare a abrazivului și a discului de fontă începe a doua fază. Aceste adîncituri conice iau forma unor semisfere și pe întreaga suprafață iau naștere niște adîncituri inelare neconcentrice. Odată cu creșterea în continuare a presiunii pe suprafața sticlei apar curbe de uzură neparalele, de alura unor hiperbole. De acum fenomenul se succede în cascadă, sfărîmarea suprafeței fiind un proces în lanț. Pe suprafață apar adîncituri și striuri curbe sau drepte care pun în libertate fracțiuni de sticlă, desprinse în acest proces.

Aceste faze fac ca o parte din sticlă să fie înlăturată, iar pe suprafață să apară ieșituri și adîncituri, foarte dese care creează așa-numitul relief al suprafeței șlefuite.

După aceasta începe fenomenul de sfărîmare a particulelor de abraziv, apărînd acum o abraziune cu granule de diferite dimensiuni. Pe măsură ce intră în lucru particulele abrazive de dimensiuni din ce în ce mai mici, adînciturile și ieșiturile devin mai puțin proeminente dar mult mai dese. Procesul de șlefuire este influențat de mărimea granulelor abrazive, de cantitatea și natura acestora, de viteza de desfășurare a procesului.

În afara procesului mecanic un rol deosebit de important îl are și procesul fizico-chimic. În acest proces un rol deosebit îl are apa care îndepărtează produsele rezultate din șlefuire, răcește suprafețele în contact, dar totodată accelerează procesul de șlefuire. Din experiențele făcute s-a observat că dacă se înlocuiește apa cu alte lichide, procesul se încetinește. Apa pătrunde în microfisurile suprafeței, produce un fenomen de hidroliză superficială ce înlesnește procesul de dislocare a unor particule de sticlă și de obținere a unei suprafețe mate, uniform șlefuite de culoare alb-lăptoasă.

Procesul de șlefuire este legat de o serie de factori deosebit de importanți și anume :

— tipul abrazivului folosit și caracteristicile fizico-mecanice ale acestuia ;

— viteza de șlefuire și presiunea de lucru ;

— concentrația și cantitatea de suspensie abrazivă ;

— materialul din care este făcut discul de șlefuire și omogenitatea acestuia.

Eficienţa şlefuirii se poate aprecia după cantitatea de sticlă extrasă în unitatea de timp de pe unitatea de suprafaţă. Ea se măsoară în $cm^3/cm^2 \cdot min$.

9.2.1. Tipul abrazivului folosit şi influenţa asupra regimului de şlefuire

În procesul şlefuirii un rol important îl are duritatea materialului abraziv. Dacă se compară diferitele materiale abrazive folosite cea mai mare duritate o are pulberea de diamant (10 000 kg/mm^2) şi cea mai mică nisipul (1 000 kg/mm^2).

Atît granulaţia abrazivului cît şi forma granulei joacă, de asemenea un rol important. Granulele cele mai indicate sînt cele cu muchii tăioase şi rezistenţă ridicată la strivire.

Calitatea procesului de şlefuire se apreciază cu ajutorul unor aparate de măsură de diferite tipuri. Cele mai frecvent întîlnite sînt microscoapele comparative de tipul „Meopt“ dar mai ales profilometrele de tip Perth. O. Mether, Kalibr sau Somet. Microscopul comparator se bazează pe examinarea optică simultană a unui eşantion etalon cu un eşantion din suprafaţa prelucrată pe instalaţia considerată. Profilometrele sînt însă aparate mult mai utilizate, ele fiind şi aparate înregistratoare. Ca principiu ele au un element de testare (un palpator) de diamant, sub forma unei piramide pătrate ce se apasă pe suprafaţa cercetată cu o presiunea variabilă de 0,1—0,15 g/mm^2.

Mărimea mecanică măsurată este transformată într-o mărime electrică (diferenţa de potenţial) cu ajutorul unei punte electrice echilibrate. Măsurătorile la anumită scară se transpun pe diagrame de înregistrare. Aparatul trasează linia mediană M faţă de care se fac apoi măsurările. Aparatul de obicei măsoară cinci puncte cu cea mai mică adîncime şi cinci cu cea mai mare adîncime.

Mărimea asperităţii se defineşte cu distanţa medie a cinci măsurări în puncte cu cea mai mare adîncime şi cinci măsurări cu cea mai mică adîncime.

Dacă mărimea asperităţii medii se notează cu R_z ea ar putea fi exprimată cu următoarea expresie :

$$R_z = \frac{(R_2+R_4+R_6+R_8+R_{10}) - (R_1+R_3+R_5+R_7+R_9)}{5} \qquad (9.3)$$

Abaterea medie aritmetică față de linia mediană a profilului exprimat sau „profilometria“ suprafeței se exprimă cu următoarea formulă :

$$R_a = \frac{\sum_{1}^{n} y_i}{n} \tag{9.4}$$

în care : i variază de la 1 pînă la n, iar
y_i sînt distanțele punctelor măsurate față de linia medie a profilului examinat.

9.3. Tehnologia de polizare. Materiale folosite la polizare

Asupra procesului de polizare au existat diferite teorii, care în unele cazuri nu concordă în totalitate. Beilby în anul 1903, bazîndu-se pe unele cercetări microscopice ale suprafețelor polizate ale unor metale și cristale, a ajuns la concluzia că în procesul de polizare are loc o distrugere completă a rețelei cristaline, iar straturile superficiale care se formează sînt amorfe. Sub acțiunea granulelor pulberii de polizare are loc o topire a straturilor superficiale care dobîndesc proprietatea de a curge. Brüche E. și Poppa H. au ajuns la concluzia că așa-zisa curgere plastică a materialului se poate observa și în stadii mai timpurii ale prelucrării sticlei.

În anul 1937 I. V. Grebesnicikov a emis teoria polizării acordînd un rol deosebit proceselor fizico-chimice. Teoria lui se bazează pe următoarele teze :

a) toate sticlele silicatice intră în reacție cu apa foarte rapid, formîndu-se la suprafață o peliculă de acid silicic, care protejează sticla de distrugerea ei ulterioară. Grosimea acestei pelicule variază după compoziția sticlei în limitele 10—60 Å ;

b) această peliculă este susceptibilă la adsorbția particulelor coloidale și a electroliților, urmare a reacțiilor de schimb ;

c) oxidul de fier, utilizat la polizare este o substanță foarte dispersă, care are o mare capacitate de adsorbție față de ioni și particulele coloidale.

În principal polizarea sticlei plane ar decurge astfel :

Apa acționează asupra suprafeței șlefuite și o acoperă cu o peliculă superficială. Oxidul de fier este adsorbit de această peliculă, modificîndu-se prin aceasta rezistența la adeziune a peliculei față

de sticlă. Oxidul de fier, avînd şi calitatea de a fi adsorbit la suprafaţa polizatorului joacă şi rolul unei substanţe de legătură între polizator şi sticlă. Polizatorul în mişcare desprinde pelicula protectoare de pe proeminenţele rămase pe sticlă în urma şlefuirii, iar suprafaţa nou formată reacţionează rapid cu apa reacoperindu-se cu o peliculă coloidală. Aceste procese repetîndu-se, primele părţi complet polizate, vor fi punctele proeminente de la suprafaţa sticlei. Limita de exactitate a suprafeţei polizate se extinde la 20 Å. În primele stadii ale polizării nu apar zgîrieturi vizibile. Dacă apa de polizare se înlocuieşte cu alt lichid organic randamentul de polizare se reduce brusc. Viteza de polizare creşte cu scăderea stabilităţii chimice a sticlei. S-a observat, de asemenea, că unele săruri accelerează polizarea unor tipuri de sticlă, iar altele încetinesc procesul. Acest lucru se explică prin particularităţile în modul de a acţiona al diverşilor ioni asupra peliculei protectoare.

Eficienţa procesului de polizare se apreciază după timpul necesar desfăşurării procesului şi grosimea (cantitatea) de sticlă extrasă în acest timp. (Se măsoară, de obicei, în numărul de microni extraşi din grosimea sticlei în 30 min).

Procesul de polizare şi eficienţa acestuia depinde de o serie de factori deosebit de importanţi şi anume :

— calitatea soluţiei de polizare ;
— calitatea sticlei polizate ;
— presiunea de lucru a polizorului şi turaţia acestuia ;
— concentraţia şi debitul de soluţie de polizare ;
— materialul utilizat şi calităţile acestuia ;
— caracterul soluţiei de polizare.

De obicei, ca agent de polizare se foloseşte trioxidul de fier Fe_2O_3. Se mai pot folosi oxidul de ceriu cu efect superior în polizare sau oxidul de toriu. Uneori se poate folosi cu rezultat deosebit de bun un amestec de oxid de ceriu şi oxid de toriu.

Din criterii de economicitate la majoritatea instalaţiilor de polizare a sticlelor plane se foloseşte oxidul de fier. Rezultatul optim se obţine dacă acesta are o granulaţie de la 0,7 la 0,8 μ. O importanţă deosebită o are şi compoziţia chimică a sticlei şi mai ales calitatea procesului anterior de şlefuire. De remarcat că odată cu scăderea conţinutului de SiO_2 din sticlă creşte eficienţa de polizare a sticlei.

De obicei creşterea presiunii de polizare şi a vitezei de rotaţie a polizorului duc la creşterea eficienţei şi a calităţii suprafeţei polizate. În polizarea sticlei plane presiunea de lucru ajunge la 200 gf/cm^2, iar creşterea temperaturii pe suprafaţa sticlei accelerează fenomenul de polizare.

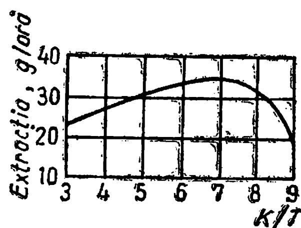


Fig. 9.5. Variația extracției de sticlă în funcție de concentrația soluției de polizare.

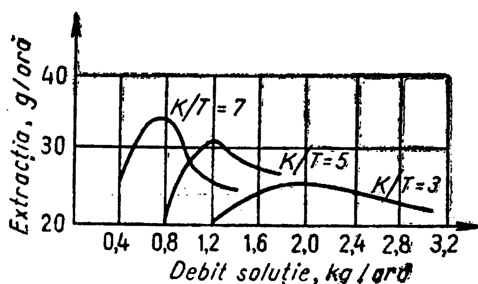


Fig. 9.6. Variația extracției prin polizare funcție de debitul de soluție folosit.

Concentrația suspensiei este raportul dintre greutatea totală a suspensiei și greutatea materialului de polizare (dizolvat în apă) $\alpha = \frac{k}{T}$. De obicei rezultatele cele mai bune se obțin dacă această această concentrație variază între 4 și 8.

Dacă $\frac{k}{T} > 8$ se observă că eficiența procesului scade. Dacă procentul de apă este prea mare, temperatura suprafeței de sticlă scade și randamentul scade. Acestea se pot vedea din fig. 9.5.

În polizarea sticlelor plane pe conveiere continue se folosesc soluții de polizare de densități diferite. De obicei, la primele grupe pe mașini densitatea variază de la 1,1—1,2 g/cm^3 pentru ca apoi ea să scadă la ultimele grupe de mașini la o valoare cuprinsă între 1,02 și 1,05 g/cm^3. Debitul de soluție este și el variabil în funcție de concentrație. În fig. 9.6 este dată variația extracției în procesul de polizare în funcție de concentrația și debitul de soluție folosit. Debitul optim se determină în funcție de concentrație, turație și presiunea polizorului, de presiunea de lucru și tipul de utilaj folosit în procesul de polizare.

Caracterul soluției de polizare influențează, de asemenea, eficiența procesului de polizare. După cum variază *p*H-ul suspensiei poate varia și eficiența procesului de polizare. Din fig. 9.7 se observă că la polizarea sticlelor plane *p*H-ul soluției este bine să fie cuprins între 3 și 9. Dacă este sub valoarea 3 sau mai mare decît 9 intensitatea procesului scade.

În scopul accelerării procesului se folosește introducerea de acceleratori în suspensia de trioxid de fier, denumite curent roșu

de polizare. Drept acceleratori se utilizează de obicei $FeSO_4$ sau $ZnSO_4$. Aceste adaosuri se fac şi ele în anumite limite deoarece se observă că fenomenul poate fi şi încetinit de introducerea excesivă a acceleratorilor. De obicei la sticla plană concentraţia de sulfat de

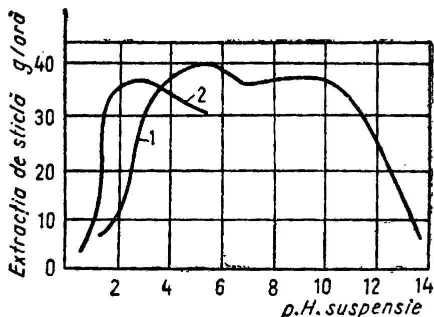


Fig. 9.7. Variaţia extracţiei de sticlă funcţie de *p*H-ul suspensiei : *1* — suspensie de hidroxid de fier ; *2* — suspensie de oxid de ceriu.

fier introdusă variază între 0,1 şi 0,14 g/l. Trebuie dată atenţie deosebită şi modului de preparare a acestor soluţii, la transport şi depozitare. Depozitarea prea îndelungată a soluţiei de polizare poate duce la fenomene dăunătoare şi la efecte negative în procesul de polizare.

În fig. 9.8 este prezentată schema de principiu a unei instalaţii de preparare a soluţiei de polizare la o instalaţie în flux continuu. De remarcat faptul că soluţia se recuperează, suspensia recuperată fiind refolosită ca avînd o capacitate de reacţie sporită în procesul de polizare.

Se recomandă folosirea de apă demineralizată, iar rezervorul să aibă sistem de agitare şi încălzire care să permită menţinerea şi folosirea corectă a soluţiei.

O atenţie deosebită trebuie dată materialului cu care se execută polizarea. Cel mai frecvent folosită este pîsla animală sau pîsla combinată cu fire sintetice. La unele instalaţii, se introduce sulfatul de fier în soluţie direct la maşinile de polizat fără a fi introdus în rezervorul cu soluţie de bioxid de fier. Pîsla să fie executată cu fire animale groase în mediu de 0,1 mm, omogenă şi uniformă, fără corpuri străine dure. Densitatea pîslei folosite este variabilă. De obicei la conveier la primele maşini se foloseşte o pîslă cu densitatea cuprinsă între 420 şi 450 g/dm^3, la grupul din mijloc de 400—420 g/dm^3, iar la partea finală 380—400 g/dm^3. Foaia se aşază de obicei pe un pat elastic din ipsos sau postav, suport (molton catifelat). Se recomandă cu precădere ca la polizare să se folosească molton ca suport deoarece se adaptează mai bine la regimul termic de polizare

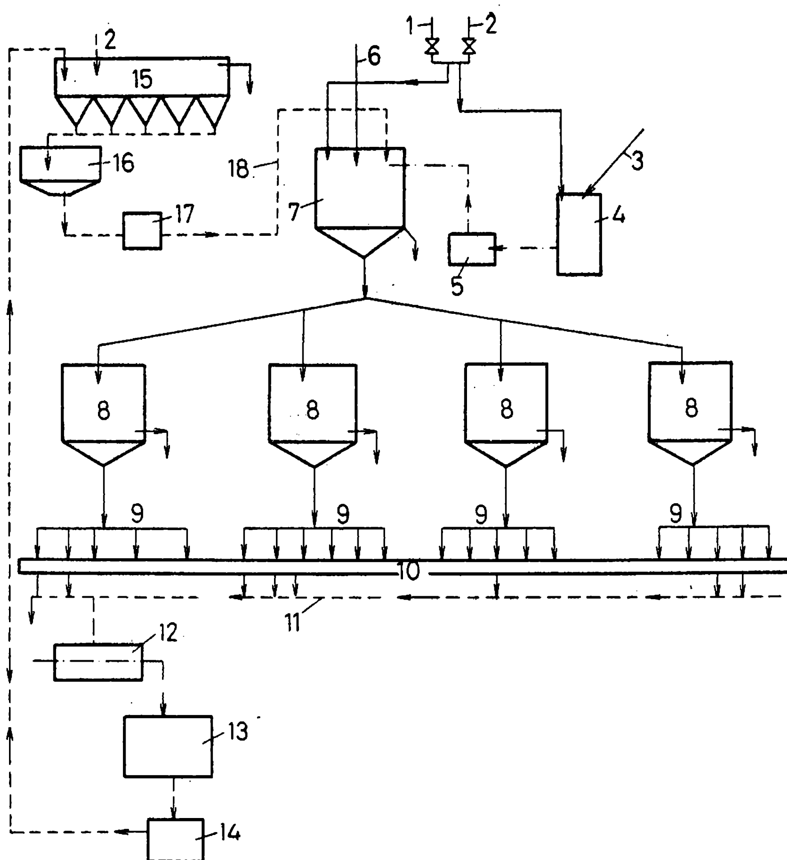


Fig. 9.8. Schema de lucru pentru instalaţie industrială de preparare a soluţiei de polizare cu trioxid de fier:

1 — conductă apă demineralizată caldă; 2 — conducta apă demineralizată rece; 3 — introducere sulfat de fier; 4 — rezervor încălzit, sulfat de fier; 5 — staţie de pompare; 6 — introducere trioxid de fier; 7 — rezervor agitator; 8 — rezervor agitator distribuitoare; 9 — distribuţie suspensie; 10 — maşini de polizat; 11 — colectoare soluţie uzată; 12 — sită; 13 — bazin colector; 14 — staţie de pompare; 15 — clasor continuu; 16 — bazin suspensie recuperată; 17 — staţie de pompe; 18 — soluţie recuperată.

şi conferă condiţii mai bune de elasticitate. La maşinile individuale se folosesc de obicei pîsle cu densitatea cuprinsă între 360 şi 380 g/dm^3.

În ultimul tip s-a început folosirea a 40% fire din poliesteri (kapron) şi 60% fire animale, eficacitatea procesului de polizare

crescînd cu pînă la 12%. Trebuie dată o atenție deosebită și preciziei dimensionale a discurilor de polizare și curățirii acestora în timpul lucrului. În ultimul timp se întrebuințează discuri de polizare executate integral din fire artificiale.

9.4. Instalații și utilaje folosite la fabricarea geamurilor șlefuite și polizate

9.4.1. Instalații și utilaje individuale de șlefuire și polizare

Mașinile individuale sînt de două feluri ;

— mașini la care atît masa susținătoare cît și discul de șlefuire au mișcări de rotație în planuri orizontale ;

— mașini de șlefuit unde masa susținătoare execută o mișcare rectilinie alternativă, iar discul de șlefuire are o mișcare de rotație în jurul unei axe verticale.

Primul tip de mașină este cel dintîi care a fost folosit. Foaia de sticlă se lipește cu ipsos pe masa inferioară susținătoare. Se lasă discul superior pînă vine în contact cu sticla, se introduce pulpa de șlefuire și se pune în mișcare în sensuri inverse de rotație discurile de abraziune simultan cu discul susținător. Se introduc pe rînd diferitele sorturi granulometrice de nisip pînă se obține suprafața șlefuită cu rugozitatea dorită.

Acest tip de mașină a fost foarte mult timp folosit, atîta vreme cît grosimea sticlei plane avea toleranțe mari. Aceste instalații însă de gabarite foarte mari și productivitate scăzută a fost abandonate treptat în favoarea celor de al doilea tip de mașini la care se obține productivitate superioară și abateri dimensionale mai mici.

Foaia de sticlă plană prinsă pe o masă orizontală execută o mișcare rectilinie alternativă (du-te-vino) iar discul de șlefuit din fontă cu presiunea pe suprafața sticlei reglabilă are o mișcare de rotație în jurul axei verticale. Tipul reprezentativ al acestor mașini este prezentat în fig. 9.9.

Caracteristicile principale ale acestei mașini sînt prezentate în tabelul 9.1.

Mașina prezentată în fig. 9.6 cuprinde batiul *1* și consola *3*. Masa *2* glisează în glisierele *17*. Discul de șlefuire *19* este susținut de arborele vertical *4* și capul de prindere *7*.

Prin intermediul mecanismului cu șurub roată melcată *8* dispozitivul *6*—*7* permite lăsarea sau ridicarea cu comandă manuală a

discului *19*. Arborele 4 este pus în mişcare de rotaţie şi prin aceasta se roteşte discul *19* cu ajutorul angrenajului de roţi dinţate conice *9*. Arborele *5* este pus în mişcare de rotaţie prin transmisia cu curele de la motorul de antrenare *14*.

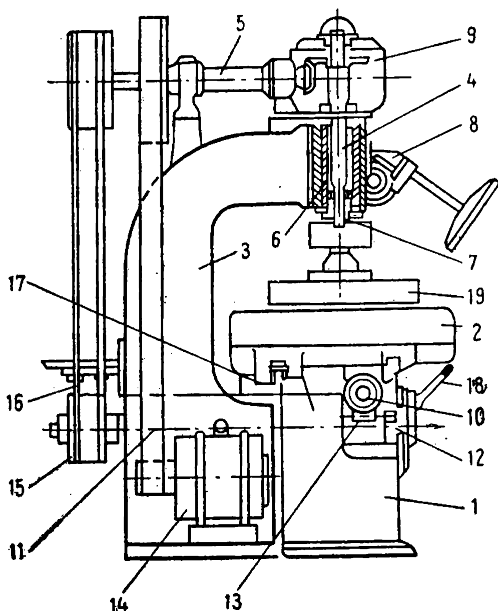


Fig. 9.9. Maşina individuală de şlefuit tip SPS 4.

Tabelul 9.1

Caracteristicile principale ale maşinii individuale de şlefuit

Dimensiunile mesei	Lungimea 2 100 mm Lăţimea 670 mm
Cursa mesei	1 600 mm
Viteza mesei	0,86–2,8 m/min
Numărul de rotaţii ale capului de şlefuire	100–120 ro/imin
Diametrul discului de şlefuire	850 mm × 1
Diametrul discului de polizare	400 mm × 3
Numărul de discuri de polizare	3
Dimensiunile foii prelucrate	2 000 × 650 mm
Puterea instalată	6,8 kW
Greutatea maşinii	5,2 t

Mişcarea mesei *2* în glisierele *17* este produsă de mecanismul cu şurub *10* pus în mişcare de arborele *11* şi angrenajul cu roţi cilindrice *12*. Arborele *11* este antrenat de şaiba *15* care este pusă în mişcare de rotaţie de la arborele *5* prin transmisia *16*. Acelaşi motor *14* acţionează atît masa cît şi capul de şlefuire. Maneta *18* permite schimbarea vitezei de deplasare a mesei *2*.

Discul de şlefuire este executat dintr-un suport de care se solidarizează prin buloane un disc de fontă compus din mai multe părţi. Fonta trebuie să fie cît mai omogenă şi cu duritate constantă cuprinsă între 180 şi 220 HB fără incluziuni dure sau goluri.

După terminarea operaţiei de şlefuire, maşina permite înlocuirea capului de şlefuire cu un cap de polizare. În acest caz se montează trei discuri de polizare libere în jurul axei proprii de rotaţie dar puse în mişcare de la un arbore central. Presiunea de lucru se reglează pe cale manuală şi ea diferă după granulaţia nisipului folosit şi faza de lucru. Maşina este alimentată de la un clasor de nisip cu pulpe abrazive de diferite granulaţii începînd de la granulele de 300 μ şi ajungînd pînă la 18—20 μ. Maşina execută succesiv toate fazele operaţiei de şlefuire şi apoi de polizare. Producţia lor este destul de scăzută — pînă la 200 m^2/24 ore.

La maşinile modernizate presiunea discului de şlefuit se reglează pe cale hidraulică sau pneumatică. La şlefuire se foloseşte o presiune pînă la 110 gf/cm^2 iar la polizare pînă la 300 g/cm^2. Odată cu perfecţionarea tehnologiilor de fabricaţie şi cu creşterea necesarului de geamuri şlefuite, maşinile individuale au fost abandonate. Astăzi se mai folosesc în operaţii de suprafinisare sau la producerea de geamuri şlefuite subţiri, 3—4 mm, care se obţin cu randament scăzut pe alte instalaţii de mare productivitate.

9.4.2. Instalaţii şi utilaje pentru linii continue de şlefuire şi polizare (conveiere)

Pentru obţinerea unor producţii sporite, fiecare fază a operaţiei de şlefuire şi polizare este executată de o maşină sau de un grup de maşini, dispuse în flux în ordinea cerută de fazele operaţiei. Maşinile sînt dispuse în flux continuu, deservite de un transportor comun, care are o viteză impusă de tehnologia de şlefuire şi polizare adoptată. Instalaţiile sînt comune, ele asigurînd la fiecare grup de maşini necesarul de pulpă de nisip sau roşu de polizare la caracteristicile cerute de faza care se execută.

9.4.2.1. **Instalaţii de şlefuire şi polizare continuă pe o singură faţă D.P.C. (Doucie-polie-contine).** Acest tip de instalaţii a apărut în fabricaţia europeană în perioada anilor 1922—1923. Schema unei ase-

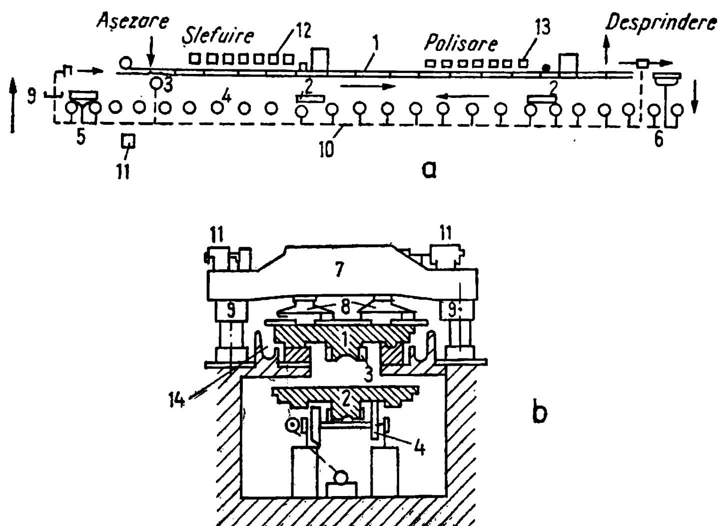


Fig. 9.10. Schema de funcționare a unei linii continue de șlefuire-polizare pe o față *(a)*. Schema conveierului de șlefuire-polizare cu două linii pentru o singură suprafață *(b)*.
1 — tren de mese în lucru ; *2* — masă în retur ; *3* — pinion de atac al cremalierei de la masă ; *4* — galet ; *5* — ascensor ; *6* — descensor ; *7* — batiu mașină ; *8* — acționare și disc de polizare ; *9* — suport batiu ; *10* — arbore de comandă ; *11* — motoare de antrenare ; *12* — mașini de șlefuit ; *13* — mașini de polizat.

menea instalații este prezentată în fig. 9.10, *a* și se compune dintr-un tren de mese metalice *1* care se deplasează pe orizontală pe glisiere metalice fine paralele, similare unei șine duble de cale ferată. Fiecare masă are la partea inferioară o cremalieră care primește mișcarea de la pinionul de atac *3*. Mesele se așază una lîngă alta și se împing de la stînga către dreapta, prima masă împingînd tot acest tren de mese. Foaia de geam plan se așază pe suprafața superioară a mesei *1* și se lipește fie cu ajutorul unei paste de ipsos sau cu ajutorul unei suprafețe de rugozitate mare (postav suport-molton). Ea este deplasată continuu pe sub grupul de mașini de șlefuit *12* fiecare mașină executînd o fază a procesului de șlefuire. Grupul de mașini de șlefuit este alimentat continuu cu nisip de un clasor de tipul celor descrise anterior (fig. 9.4) și care permite alimentarea diferențiată a fiecărei mașini sau grupă de mașini după faza ce o execută. Pulpa abrazivă folosită este colectată în jgheaburile colectoare *14* și reintrodusă după o cernere prealabilă în clasor. Procesul de șlefuire produce sfărîmarea granulelor de nisip care apoi se clasează

pe sorturi granulometrice. Ansamblul mașini de șlefuit-clasor lucrează continuu, pe această cale obținîndu-se fracțiunile granulometrice necesare. După terminarea operației de șlefuire urmează operația de polizare efectuată de grupul de mașini 13, fiecare grup de două, trei mașini executînd o anumită fază a operației de polizare. După terminarea operației de polizare foaia de geam este desprinsă cu ajutorul unui dispozitiv de ventuze și transportată la o mașină de spălat, după care se așază pe un suport de metal (cărucior) urmînd ca apoi să fie reînceput procesul de șlefuire-polizare pentru fața a doua (inferioară). Masa metalică se desprinde din tren și, printr-un descensor *6*, coboară întîr-un tunel de retur, unde masa *2* se deplasează pe galeții *4* pînă la partea de începere unde un ascensor *5* o readuce în circuitul de lucru.

Mașinile de polizat sînt alimentate de la o instalație comună care alimentează fiecare grup de mașini cu lichidul de polizare la caracteristicile cerute de faza de lucru ce o execută mașina de polizat (v. fig. 9.8). Lichidul de polizare uzat se colectează în colectoarele *14* de unde se dirijează la instalația de recuperare și reintroducerea în circuitul de lucru.

Acest tip de instalație are următoarele caracteristici :

— lățimea mesei 1,2—3 m ;
— lungimea mesei 2,5—5 m ;
— viteza de deplasare 2—5 m/min ;
— grosimea sticlei șlefuit 4—18 mm ;
— producția fizică 800 000—2 000 000 m² efectivi/an.

Procedeul este deosebit de pretențios, acest tip de instalații avînd în principal următoarele inconveniente :

— producția redusă, datorită faptului că foaia trebuie prelucrată succesiv pe ambele părți — cursa de întoarcere a foii fiind în gol ;
— armonizarea greoaie a celor două operații principale, șlefuirea și polizarea, pentru diferite grosimi de sticlă ;
— procent ridicat de spargeri la șlefuire, ceea ce ar duce la scăderea randamentului la polizare și scăderea calității suprafeței ;
— toleranțe de grosime ridicate ;
— manipulări greoaie.

Din aceste considerente acest tip de instalații a fost perfecționat, așa cum se arată în fig. 9.11, *a*.

Foaia de sticlă tăiată la dimensiunile mesei de susținere se alimentează prin transportorul *1*. Dispozitivul de ventuze *2* ia foaia de sticlă de pe transportorul *1* și o depune pe transportorul *16*. În porțiunea *15* foaia se lipește cu ipsos sau molton. Foaia este apoi transportată pe sub mașinile de șlefuit *3* (30 de mașini) apoi pe sub două

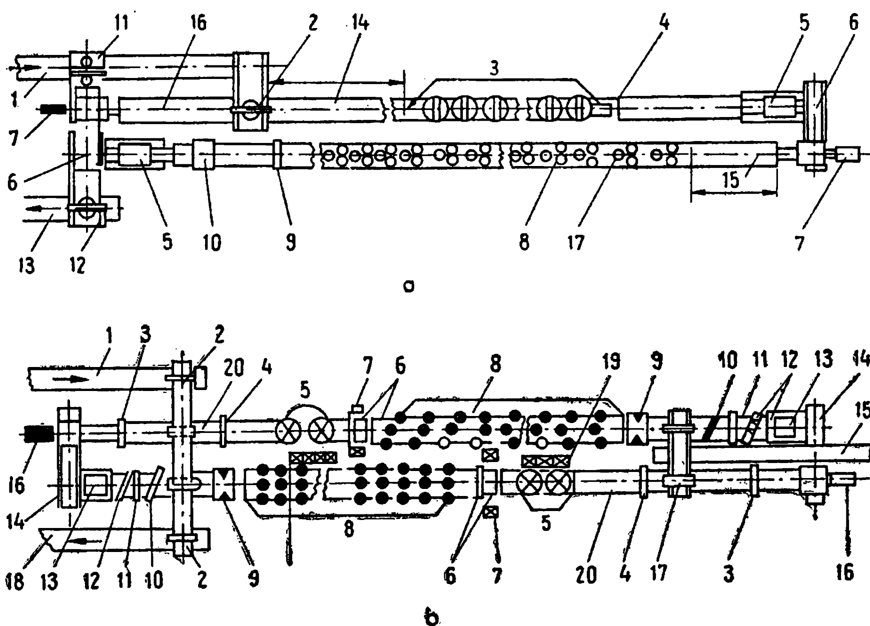


Fig. 9.11. Schema conveierului cu două linii pentru o singură suprafață *(a)*:

1 — transportor ; *2* — dispozitiv cu ventuze ; *3* — mașini de șlefuit ; *4* — mașina de spălat ; *5* — accelerator ; *6* — transportor ; *7* — împingător ; *8* — mașini de polizat ; *9* — dispozitiv de curățire ; *10* — dispozitiv de desprindere ; *11* — dispozitiv cu ventuze ; *12* — dispozitiv cu ventuze ; *13* — transportor ; *14—15* — zonă de așezare foaie ; *16* — conveier cu tren de mese ; *17* — zona de polizare. b — schema conveierului continuu cu două linii paralele (Vedere în plan) : *1* — transportor de sticlă brută ; *2* — transportor cu ventuze ; *3* — dispozitiv de așezare molton ; *4* — valț de presare ; *5* — grup de mașini de șlefuit ; *6* — prelucrare și spălare foaie ; *7* — control ; *8* — zonă de polizare ; *9* — dispozitiv de desprindere foaie ; *10* — curățire molton ; *11* — rulare molton ; *12* — curățirea mesei de gips ; *13* — accelerator, deplasare mese ; *14* — transbordor mese ; *15* — transportor — foi de sticlă ; *16* — împingător pneumatic ; *17* — transportor cu ventuze ; *18* — transportor evacuare produs finit ; *19* — clasificator de nisip ; *20* — tren de mese.

sisteme de perii de curățire. După aceea masa cu foaia de geam este transportată cu acceleratorul *5* la transbordorul *6* și reintrodusă în conveierul de polizare *17*. Împingătorul *7* reintroduce masa în circuitul continuu, iar în zona *15* se pregătește foaia pentru polizare. Urmează *apoi zona de polizare 17* (55 *de mașini*), dispozitivul de curățire *9*, mecanismul de desprindere a foii *1*, acceleratorul *5*. Foaia de sticlă este dusă cu dispozitivul de ventuze *11* rabătută și reintrodusă în circuit prin transportorul *1* și dispozitivul cu ventuze *2*. Masa metalică este luată de transbordorul *6* și reintrodusă în conveierul *16* cu ajutorul împingătorului *7*. După ce fața a doua suportă ciclul de

şlefuire şi polizare, foaia gata prelucrată pe ambele feţe se evacuează cu dispozitivul de ventuze *12* la transportorul *13* care evacuează foile la o maşină de spălat şi de aici la sortare, tăiere şi ambalare.

Prinderea foilor se face fie pe un pat de gips, cu timpul de priză controlat sau pe molton catifelat şi numai marginile se prind cu gips. Moltonul se desfăşoară pe toată lungimea conveierului sau se lipeşte individual stratul de molton pe cîte o masă. Lăţimea de foaie maximă este 3 m, grosimea sticlei şlefuite 4 mm pînă la 18 mm. Capacitatea de producţie ajunge pînă la 2 000 000 m^2 efectivi/an la un număr de 300 zile lucrătoare pe an.

În ultima perioadă s-a executat primul conveier cu funcţionare continuă, compus din două linii paralele, fiecare linie executînd toate operaţiile de şlefuire şi polizare pentru o faţă.

Schema de principiu a unei asemenea instalaţii este prezentată în fig. 9.11, *b*.

Foaia de geam plan se alimentează prin transportorul *1* la capătul căruia un dispozitiv cu ventuze *2* preia foaia şi o transportă pînă la trenul de mese *20*. Pe aceste mese prin dispozitivul *3* se aşază un covor continuu din postav suport (molton catifelat). Bobina de postav se derulează aşternînd pe lăţimea mesei acest suport. Foaia lăsată de dispozitivul de transport *2* se aşază şi apoi avansează odată cu trenul de mese subruloul compresor *4* care realizează o aderare perfectă între sticlă şi suport, după care foaia este dusă sub grupul de maşini de şlefuit *5*, de obicei 30 bucăţi alimentate cu nisip abraziv de la clasorul *19*. După terminarea acestei operaţii foaia se spală la maşină *7* cu apa caldă şi totodată aici se rectifică eventualele colţuri lovite şi se completează cu gips eventualele goluri. Foaia astfel pregătită în mers se introduce sub grupul de maşini de polizat *8* compus de obicei din 48 maşini de polizat, fiecare grup executînd succesiv fazele operaţiei de polizare.

După terminarea operaţiei de polizare foaia se desprinde cu dispozitivul de desprindere *9* de pe suport. Dispozitivul de desprindere constă din role libere care se introduc între postav şi foaie şi se rotesc realizînd această desprindere din ambele părţi. Foaia este apoi luată de dispozitivul cu ventuze *17* care o rabate şi o aşază apoi pe terenul de mese *20* pe care a fost aşezată prin derulare o suprafaţă de molton. Masa folosită la şlefuire este spălată cu dispozitivul cu perii *12* apoi i se imprimă o mişcare accelerată, preluată cu transbordorul *14* şi reintrodusă în circuitul *20* cu ajutorul împingătorului pneumatic *16*. Se prevede şi transportorul de foi intermediar *15* care este folosit fie la evacuarea unor foi sparte spre concasare fie la alimentarea cu foi rezervă a liniei de şlefuire şi polizare. Foaia de geam aşezată din nou pe trenul de mese *20* su-

portă aceleași operații de șlefuire și polizare a celei de a doua fețe în mod similar ca la cealaltă suprafață pe subgrupul de mașini de șlefuit *5* și polizat *8*. Cele două ramuri ale instalației sînt identice numai regimul tehnologic ales puțin diferențiat ca regim de presiuni, debite de pulpe de șlefuire diferite și regim de polizare.

Foaia de sticlă cu ambele fețe prelucrate este desprinsă cu dispozitivul *9*, prelucrată apoi cu dispozitivul *2* și evacuată către un conveier de control prin transportorul *18*. Masa își continuă mișcarea de translație, se spală de gips, moltonul se rulează pe tamburul de înfășurare, apoi i se imprimă o mișcare accelerată și transbordată cu transbordorul *14* la trenul de mese *20* al primei ramuri, reintrînd în fluxul de fabricație.

Aceste instalații sînt prevăzute cu grupuri de acționare pentru fiecare ramură cu dispozitive de sincronizare și de reglare ale vitezelor de avans.

Mesele din fontă prelucrată au la partea inferioară o cremalieră prin care un pinion de atac le pune în mișcare la capătul trenului. Prima masă acționată, devine împingătoare pentru tot trenul în mișcare de avans.

Mesele se deplasează pe șine de glisaj, frecarea de alunecare fiind diminuată prin prezența în permanență, între cele două suprafețe în contact, a unui film de ulei de viscozitate determinată. Fiecare ramură la grupul de mașini de polizat *8* este prevăzută cu o instalație de preparare a soluției de oxid de fier și de alimentare cu debite diferențiate a mașinilor de polizat. Aceste tipuri de instalații de mare productivitate au o inerție deosebită în schimbarea sortimentului de grosimi, operațiile de șlefuire și polizare fiind perfect sincronizate și corect dimensionate.

Vitezele de deplasare se pot varia în funcție de cerințele impuse de tehnologia adoptată, grupul de acționare permițînd acest lucru în game destul de mari de viteză. Asemenea instalații pot produce pînă la 4 000 000 m^2 producție efectivă pe ambele fețe pe an în grosimi de la 4 la 16 mm.

Mașinile de șlefuit și polizat sînt apropiate în concepție de cele individuale, cu anumite adaptări dictate de poziționarea lor în fluxul tehnologic.

Caracteristicile principale ale unor asemenea tipuri de instalații sînt prezentate în continuare în tabelul 9.2 la două instalații de fabricație sovietică tipul ȘS 500 și ȘS 1 000.

La unele tipuri de conveiere s-a folosit la primele mașini de șlefuit o combinare de mișcări în sensul că întreaga mașină are o mișcare rectilinie alternativă, deplasarea fiind perpendiculară pe

Tabelul 9.2

Conveiere de şlefuire tip ŞS500, ŞS1000. Caracteristici tehnice principale

	ŞS 500	ŞS 1000
Viteza de deplasare a meselor, m/min	1—3	0,8—2,5
Lungimea unei ramuri, m	174	210
Numărul de maşini de şlefuit, buc.	31	60 (30 pe o ramură)
Numărul de discuri de şlefuit la o maşină, buc	1	3
Diametrul discului de şlefuire, mm	2 020	1 000
Turaţia discului de şlefuire, m/min	6,6 ; 7,3 ; 8,1 ;	5, 6, 7,
Presiunea discului de şlefuire pe foaia de şlefuit, gf/cm²	la 250	pînă la 250
Greutatea unei maşini, t	6,88	15,9
Numărul de maşini de polizat, buc.	55	90 (45 de o ramură)
Numărul de discuri de polizoare la o maşină	1	3
Turaţia discului de polizare, rot/min	—	2,2 ; 2,5 ; 3
Presiunea discului de polizare pe suprafaţa sticlei, gf cm²	30—70	pînă la 90
Puterea motoarelor folosite		
maşina de şlefuit, kW	15	14
maşina de polizat, kW	25,5	20
Grosimea sticlei extrase pe fiecare parte, mm	0,6—0,7	0,7—0,8

sensul de avans al foii de geam, iar discul de şlefuire îşi execută mişcarea de rotaţie.

Regimul de lucru şi debitele se diferenţiază după fiecare instalaţie, ele jucînd un rol deosebit de important. Spre exemplificare se dau în continuare parametrii tehnologici folosiţi la un conveier de tip ŞS 500 (tabelul 9.3).

Atunci cînd se doreşte o accelerare a procesului de polizare la ultimele maşini de polizat se introduce ca pastă de lustruire o pastă pe bază de oxid de ceriu în soluţie puţin acidă.

9.4.2.2. **Instalaţii (conveiere) de şlefuire şi polizare simultană a ambelor feţe (twin-duplex).** Conveierele de şlefuire-polizare descrise anterior aveau dezavantajul că lungimea foii este limitată la 5 m. Foile trebuie să fie tăiate înainte de a se începe procesul de şlefuire şi polizare. În paralel faptul că se executau toate operaţiile numai la o faţă şi apoi operaţia se repeta pe faţa interioară erau inconveniente care au fost înlăturate odată cu apariţia sistemului de şlefuire şi polizare simultană a ambelor suprafeţe pe linii continue, cunoscut sub denumirea de twin-duplex sau twin-jusant.

Tabelul 9.3

Conveier de şlefuire. Parametrii tehnologici principali folosiţi

Număr maşină	Presiunea de lucru	Debit de pulpă abrazivă
Maşini de şlefuit	gf/cm²	l/min
1	50	35–40
2	100	35–40
3	150	35–40
4	200	35–40
5–19	250	35–40
19–30	250	12
Maşini de polizat		cm²/min
1	120	300
2	120	250
3	120	250
4–7	120	200
8–10	120	170
11–14	120	120
14–16	120	100
17–21	120	70
21–26	120	60
25–33	120	50

Schema de principiu în funcţionarea unei asemenea instalaţii este prezentată în fig. 9.12.

Sticla topită în cuptorul *1* se laminează prin maşina de laminat *2* şi se recoace în cuptorul *3*. Foaia de sticlă ca un covor continuu se introduce în grupul de maşini de şlefuit *4* după care se introduce la un alt conveier de polizare simultană continuă a ambelor feţe. Maşina de şlefuit este arătată în fig. 9.12, *b*. Foaia de sticlă continuă se introduce între discurile de şlefuire pe ambele feţe ale maşinii, discurile avînd presiunea diferenţiată după poziţia de lucru. Materiale abrazive folosite sînt aceleaşi, indicate la celelalte tipuri de conveiere. După executarea şlefuirii foile de sticlă pot fi tăiate pe lungimi de la 4 la 6 m după mărimea conveierului de polizare şi polizate pe ambele feţe după procedee descrise anterior. Procedeul „duplex" constă în executarea unor maşini compuse în principiu din două grinzi una superioară şi una inferioară care susţin fiecare două capete de acţionare cu doi arbori. Aceşti arbori acţionează cu ajutorul unor sisteme de mişcare cu excentric, două patine de polizare de secţiune dreptunghiulară. Cele două grinzi susţinătoare au o uşoară mişcare de du-te-vino, perpendiculară pe mişcarea de avans

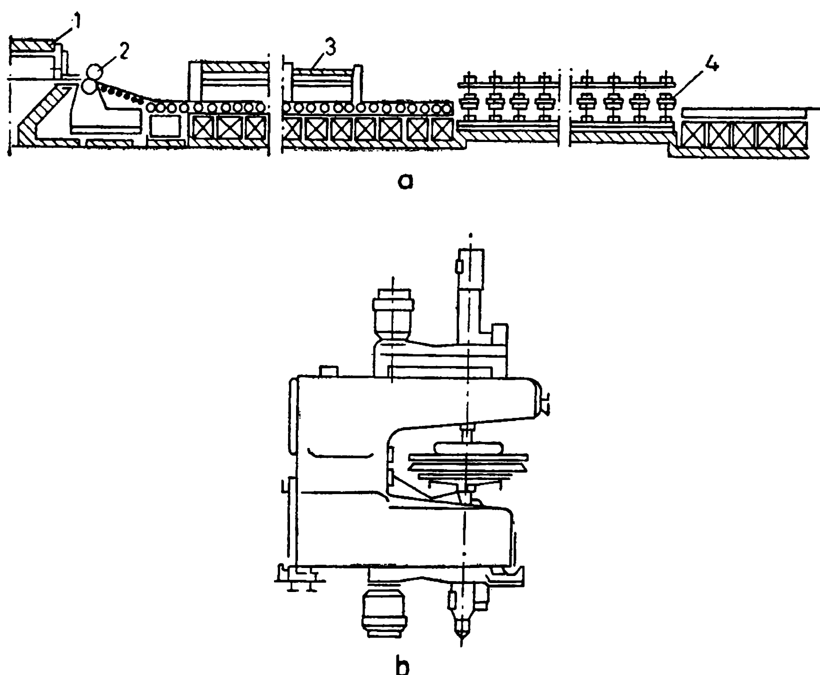


Fig. 9.12. Schema liniei de şlefuire continuă simultană a ambelor feţe: a — secţiune longitudinală; b — maşina de şlefuit — secţiune transversală; 1 — cuptor de topire; 2 — laminor; 3 — cuptor de recoacere; 4 — linie de şlefuire continuă a ambelor feţe.

a foii de sticlă. Procedeul constă în aşezarea unor asemenea maşini în flux neîntrerupt. Foaia continuă de sticlă avansează de la o maşină la alta, fiecare maşină făcînd faza respectivă care îi revine din cadrul operaţiei de polizare.

Procedeul jusant a fost pus la punct de Compania Saint-Gobain în perioada 1960—1962. Procedeul permite polizarea continuă a ambelor suprafeţe la o foaie continuă de sticlă rezultată dintr-o şlefuire continuă de tip „twain". În acest procedeu platourile de polizare aşezate pe ambele părţi ale foii în deplasare sînt executate dintr-un aliaj uşor şi acoperite cu o pîslă cu nervuri. Mărimea platourilor de polizare este concepută de aşa natură încît să aibă lăţimea egală cu lăţimea foilor de polizat şi lungimea 1/3 din lăţimea platoului. Platourile execută o translaţie circulară cu o amplitudine de circa 16 mm şi cu o viteză deosebit de mare, 600 rot/min. Presiunea de lucru utilizată este de aproximativ 50 kgf/dm^2, foarte mult în com-

parație cu procedeele clasice, cu o alimentare foarte abundentă de soluție de polizare, fapt ce împiedică supraîncălzirea suprafeței polizate.

Mașinile se așază în flux continuu, între mașini existînd un sistem de rulouri purătoare și împingătoare care alimentează continuu mașinile de polizat cu banda continuă de sticlă. Fiecare mașină are putere instalată de circa 400 kW, cumulată de la 8 motoare de aproximativ 50 kW. Cu șase asemenea mașini de polizat se obține o producție de 650 m^2/oră de o calitate superioară, ceea ce revine la un consum specific de energie de 3,5 kWh/m^2 (Glacerie de Chantereine — Franța). O asemenea instalație de twin-jusant poate produce lunar 300 000 m^2. Durata de șlefuire pentru ambele fețe este de 9 min iar de polizare 5 min pentru 1 m^2 de geam. Durata totală de șlefuire-polizare pentru 1 m^2 este de 14 min. Consumurile specifice realizate comparativ cu procedee de șlefuire și polizare continuă sînt cele arătate în tabelul 9.4.

Tabelul 9.4

Consumuri specifice realizate la instalația de șlefuire-polizare

Consum specific	Procedeul de șlefuire—polizare continuu	Procedeul twin—jusant
Nisip de abraziune, kg/m^2	38	10
Fontă pentru șlefuire, g/m^2	550	200
Soluție de polizare (roșu de polizare), g/m^2	330	80
Energie electrică, kWh/m^2	13	6,00
Consum de timp de lucru, min/m^2	29,12	4,40

9.5. Elemente de calcul la instalațiile de șlefuire și polizare

De obicei în proiectarea și dimensionarea instalaților de șlefuire și polizare se pleacă de la criterii de similitudine față de instalațiile în funcțiune, de la încercări de laborator care să ateste calitățile de abraziune și lustruire a materialelor folosite. Totuși se verifică prin calcul viteza de lucru a conveierului, numărul de mașini de șlefuit și polizat. Viteza de lucru a conveierului (a trenului de mese) se determină cu formula (9.5).

$$v = \frac{\eta \cdot P \cdot 100^2}{B \cdot T \cdot 24 \cdot 60 \cdot (100 - \varphi_1)(100 - \varphi_2)\psi} [\text{m/min}] \qquad (9.5)$$

în care : v este viteza de deplasare a benzii de sticlă, în m/min ;
P — producţia anuală a conveierului, în m^2/an ;
η — coeficient care ţine seama de modul de prelucrare a suprafeţelor. La conveierele ce execută numai o singură faţă $\eta=2$ (calculul de ciclu de fabricaţie) ;
B — lăţimea benzii de sticlă, în m ;
T — numărul de zile lucrătoare într-un an (fond util anual de timp) ;
φ_1 — coeficientul de pierderi prin tăiere (de obicei) se ia 10—15%;
φ_2 — coeficientul de folosire în timp al conveierului. Se consideră, de obicei, că se poate pierde maximum 5% din timpul de lucru ;
ψ — gradul de acoperire al suprafeţei conveierului. De obicei de la 0,95 pînă la 0,97.

Determinarea necesarului de maşini de şlefuit. Determinarea numărului de maşini de şlefuit pleacă de la o serie de elemente şi anume : variaţia granulometrică a materialului abraziv şi modulul de trecere E de la o granulaţie la alta, precum şi grosimea totală a stratului extras. Se notează de obicei cu Δ grosimea totală a stratului extras prin şlefuire. La geamuri trase această extracţie totală în grosime ajunge la 0,2—0,3 mm iar la geamuri laminate de 0,8—1,2 mm. Se notează de obicei cu q grosimea stratului de sticlă extrasă de o maşină care lucrează pe o anumită fracţiune granulometrică a abrazivului şi cu d grosimea totală şlefuită de un grup de maşini ce lucrează pe o fracţiune granulometrică.

Din fig. 9.13 rezultă că

$$\Delta=N_K+S_K\cdot q_K, \tag{9.6}$$

unde : Δ este grosimea totală a stratului şlefuit în operaţia de şlefuire, în mm ;

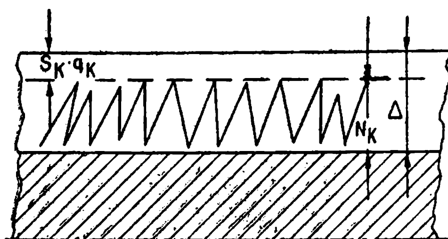


Fig. 9.13. Schiţă pentru calculul grosimii stratului şlefuit :
Δ — grosimea totală a stratului şlefuit ; N_K — grosimea stratului ce urmează a fi extras prin şlefuirea de finisare ; S_K — numărul de maşini ce lucrează la aceeaşi fază de şlefuire ; q_K — cantitatea de sticlă extrasă de o maşină ce lucrează la faza K.

N_K — grosimea stratului care urmează a fi extrasă prin şlefuirea de finisare ;

S_K — numărul de maşini ce lucrează la faza de şlefuire brută cu granulaţia K ;

q_K — cantitatea de sticlă extrasă de o maşină la şlefuirea brută cu fracţiunea abrazivă de granulaţie K.

Plecînd de la această expresie, calculul se începe cu determinarea necesarului de maşini de şlefuit la faza de şlefuire brută (de nivelare). Acest număr se determină cu formula (21) :

$$S'_K = \frac{\Delta - N_K}{q_K}. \quad (9.7)$$

Valoarea lui S'_K în bucăţi rezultată prin calcul se rotunjeşte prin diminuare astfel ca S_K să fie număr întreg mai mic decît S'_K.

După aceasta se determină numărul de maşini necesare să lucreze cu fracţiunea granulometrică k-1, ţinînd seama că maşinile ce vor lucra la această fracţiune trebuie să termine şi un rest de fază anterioară de lucru. Se pleacă de la următoarea expresie :

$$d'_{K-1} = (S'_K - S_K) \cdot q_K + d_{K-1} \quad (9.8)$$

în care : $d_{K-1} = N_K - N_{K-1}$ este grosimea stratului extras de maşinile care lucrează cu granulaţie din clasa K-1 ;

N_K — grosimea de sticlă care a rămas de şlefuit, după consumarea fazei de şlefuire brută ;

N_{K-1} — grosimea de sticlă ce urmează a fi şlefuită după consumarea fazei de şlefuire, K ;

$(S'_K - S_K) q_K$ — diferenţa de grosime care a rămas neexecutată din faza precedentă.

În această fază numărul de maşini necesare se determină cu expresia :

$$S'_{K-1} = \frac{d'_{K-1}}{q_{K-1}} \quad (9.9)$$

Valoarea S'_{K-1} obţinută, se rotunjeşte prin diminuarea la primul număr întreg apropiat astfel ca $S_{K-1} < S'_{K-1}$

Prin analogie operaţia de determinare se extinde la toate fazele următoare pînă la şlefuirea totală dorită. Expresia generală ia următoarea formă :

$$d'_{K-n} = (S'_{K-n+1} - S_{K-n+1}) \cdot q_{K-n+1} + d_{K-n} \quad (9.10)$$

și

$$S'_{K-n}=\frac{d'_{K-n}}{q_{K-n}}, \qquad (9.11)$$

unde : $d_{K-n}=N_{K-n+1}-N_{K-n}$
$n=1 - k - 1.$

Valoarea lui q_k se determină după date experimentale, de obicei, cu următoarea expresie :

$$S_K q_K = d_K = S_K \cdot D_K (E-1) \qquad (9.12)$$

unde : D_K este diametrul maxim al granulei din fracțiunea abrazivă de șlefuire folosită ;
E — modulul de trecere de la fracțiunea abrazivă k la $K-1$.

De obicei la nisipurile utilizate la șlefuire se ia pentru $E=\sqrt{2}$. În aceste condiții numărul necesar de mașini se determină pentru toată operația de șlefuire însumînd aritmetic necesarul de mașini ce lucrează pe fiecare fază a operației de șlefuire.

$$S_t = S_K + \sum_{i-1}^{i=K-1} S_i \qquad (9.13)$$

unde : S_K este numărul de mașini care lucrează la faza de șlefuire brută (nivelare) ;
S_i — numărul de mașini care lucrează la faza i cu granulația abrazivului i.

Față de necesarul teoretic stabilit de mașini în faza de șlefuire brută se ia ca rezervă una pînă la două mașini. La mașinile suplimentare se practică o reducere a presiunii de lucru cu 10 pînă la 40 kg/cm^2 pentru a nu deteriora acțiunea celorlalte mașini anterioare. La operația de șlefuire fină numărul de mașini de șlefuit se majorează de obicei cu 10%.

Dacă nu se cunosc calitățile abrazive ale nisipului și numărul de clase care se obțin prin șlefuire și clasare se face determinarea valorii modului de trecere în laborator, repetînd pe o mașină fazele operației de șlefuire.

La operația de polizare calculul se poate face analog. La faza de proiectare însă se pleacă prin comparație.

Foaia șlefuită căreia i se determină profilometria se supune unei probe de laborator de polizare în condiții apropiate cu operația industrială și se determină timpul necesar pentru polizarea foii. Apoi cunoscînd viteza conveierului și diametrul discurilor de pîslă se determină numărul de mașini necesare de așa natură încît timpul efectiv de contact la polizare să fie suficient.

Fabricarea geamului pe baia de metal topit. Procedeul float-glass

10.1. Generalități

În fabricarea geamurilor se poate considera că apariția procedeului de șlefuire termică pe baie de metal topit, cunoscut sub denumirea de float-glass, a constituit o revoluție tehnică industrială. Procedeul apărut industrial în anul 1959, în Marea Britanie, la firma Pilkington Brothers-Limited ca urmare a unui efort de cercetare deosebit și un efort financiar puțin obișnuit în această industrie. Privit la început cu neîncredere, procedeul prin perfecționările aduse de diferite firme ce l-au aplicat, a căpătat cea mai rapidă și uluitoare dezvoltare pe scara mondială. Ideea brevetată în anul 1905 în S.U.A. de răspîndire uniformă a sticlei topite pe un metal topit în condiții de corpuri nemiscibile, a căpătat o aplicare industrială de prim ordin. Aducînd avantaje nete calitative, economice și de productivitate, procedeul a căpătat în 20 de ani cea mai rapidă răspîndire cunoscută vreodată în dezvoltarea industriei de sticlă de construcții. În prezent pe scară mondială sectorul se dezvoltă pe acest procedeu, iar geamul produs prezintă următoarele avantaje :

— gama largă de grosimi produse 2,4 mm pînă la 10—12 mm ;

— lățime de bandă de la 2,5 la 4,5 m ;

— capacitate de topire și deci de producție foarte ridicată (700—800 t/zi) ;

— calitate superioară a produsului, ele putînd înlocui toate sortimentele de geamuri trase și șlefuite ;

— posibilitatea de a produce geam colorat fără colorare în masă;

— productivități foarte ridicate incomparabil mult ridicate față de toate celelalte procedee de fabricație ;

— posibilități largi de automatizare a întregului proces de fabricație de la alimentare pînă la sortare și ambalare.

Din producţia totală mondială peste 15% din această producţie se realizează după acest procedeu şi în următorii ani se prelimină dezvoltarea în continuare a acestui procedeu.

Se poate afirma cu certitudine că astăzi procedeul oferă cele mai multe avantaje fiind preferat tuturor celorlalte procedee de fabricaţie.

10.2. Principiile de fabricaţie. Bazele teoretice ale procedeului

Prin procedeul float se înţelege formarea unei benzi de sticlă topită într-un cuptor, pe suprafaţa unui metal topit într-o construcţie închisă, sticla trebuind să aibă viscozitatea dorită. Timpul de contact trebuie să fie satisfăcător pentru a se obţine planeitatea corespunzătoare şi lustruirea dorită.

Linia tehnologică cuprinde în principal următoarele agregate conform fig. 10.1.

Din combinarea forţelor de tensiune superficială cu cele de gravitaţie rezultă o grosime de echilibru, de obicei, 6—7 mm (fig. 10.2).

Raporturile de miscibilitate între două lichide în contact se definesc prin coeficientul de umiditate $\frac{s_b}{a}$. În cazul contactului sticlă-metal b este sticla şi a metalul topit.

Dacă raportul $s\left(\frac{b}{a}\right)>1$ lichidul b se întinde pe lichidul a tinzînd a forma o peliculă pe suprafaţa acestuia.

Valoarea acestui raport se defineşte cu următoarea expresie:

$$s\left(\frac{b}{a}\right)=\sigma_a-\sigma_b-\sigma_{ab} \qquad (10.1)$$

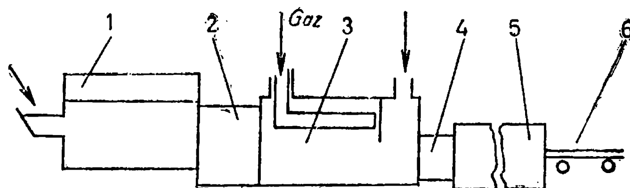


Fig. 10.1. Schema de principiu a instalaţiei (procedeul float-glass):

1 — cuptor de topire; *2* — cuptor de legătură; *3* — baie de plutire; *4* — lift de scoatere; *5* — cuptor de detensionare; *6* — banda de sticlă;

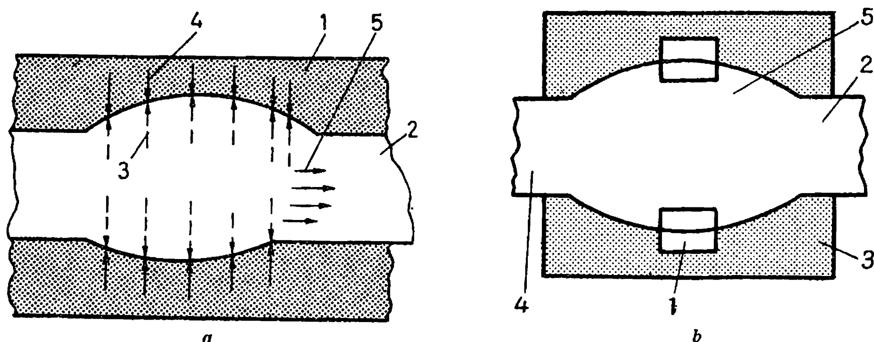


Fig. 10.2. Schema de principiu a formării benzii de geam (reprezentarea forțelor care acționează *(a)*; formarea grosimii benzii *(b)*:
1 — cositor topit ; 2 — banda de sticlă ; 3 — forțe de gravitație ; 4 — forțe de tensiune superficială ; 5 — forțe de tracțiune longitudinală.

în care :

σ_a este tensiunea superficială a cositorului ;
σ_b — tensiunea superficială a sticlei topită ;
σ_{ab} — tensiunea superficială interfazică.

Grosimea stratului de lichid *b* care se întinde pe suprafața lichidului *a* se determină cu următoarea expresie :

$$t^2 = \frac{2\, s\left(\frac{b}{a}\right)\rho_a}{g\rho_b \cdot \Delta\rho} \qquad (10.2)$$

unde : t este grosimea stratului de lichid care se întinde ;
$s\left(\frac{b}{a}\right)$ — coeficient de umiditate ;
ρ_a — densitatea cositorului ;
ρ_b — densitatea sticlei ;
g — accelerația gravitațională ;
$\Delta\rho$ — diferența de densitate a celor două lichide nemiscibile.

Rezultă că formarea benzii de sticlă depinde de tensiunile superficiale și densitățile lichidelor în contact.

În general tensiunea superficială depinde de temperatură, scăzînd odată cu creșterea temperaturii, și de compoziția chimică a sticlei. La o compoziție convențională, tensiunile superficiale ale sticlei au următoarele valori în funcție de temperatura sticlei :

temperatura, °C	σ_t, dyn/cm
1 400	310
1 200	320
1 000	330
800	340

Valoarea tensiunii de suprafață a cositorului are în general o variație liniară cu temperatura și este de 520 dyn/cm la 400°C și de 486 dyn/cm la 1 000°C.

Densitatea sticlei la temperatura obișnuită este de 2,46 g/cm^3 și ea ajunge la 2,40 g/cm^3 la o temperatură de 1 000°C.

Densitatea cositorului este de 7,15 g/cm^3 la o temperatură de 20°C și ea ajunge la următoarea valoare la o temperatură de 1 000°C :

$$\rho_c = 6{,}98 - 0{,}007(1\,000 - 250) = 6{,}44 \text{ g/cm}^3 \qquad (10.3)$$

Starea sistemului sticlă-cositor hotărăște ce lichid va pluti. Cu cît viscozitatea sticlei este mai mică, sistemul ajunge mai ușor la echilibru. La sticlele utilizate frecvent se constată că starea de echilibru se produce față de cositor la o grosime de 6,35 mm și temperatura 1 000°C. La această grosime coeficientul de umiditate $S\left(\frac{b}{a}\right)$ capătă următoarea valoare :

$$S\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{t^2 \cdot g \cdot \rho_c \, \Delta\rho}{2\,\rho_s} \qquad (10.4)$$

unde : $t = 6{,}35$ mm ;
$g = 981$ cm/s^2 ;
$\rho_{s1000°} = 2{,}4$ g/cm^3 ;
$\rho c = 6{,}44$ g/cm^3 ;
$\rho_{c1000°} = 4{,}86$ dyn/cm ;
$\sigma_{sticlă} = 330$ dyn/cm
$\Delta\rho = 6{,}44 - 2{,}4 = 4{,}04$ g/cm^3

$$S\left(\frac{b}{a}\right) = S\left(\frac{s}{c}\right) = \frac{0{,}635^2 \cdot 981 \cdot 2{,}4 \cdot 4{,}04}{2 \cdot 6{,}44} = 297{,}0 \qquad (10.5)$$

$$S\left(\frac{s}{c}\right) = \sigma_c - \sigma_s - \sigma_{cs} \qquad (10.6)$$

de aci rezultă valoarea lui σ_{cs} și anume :

$$\rho_{cs} = \sigma_c - \sigma_s - S\left(\frac{s}{c}\right) = 486 - 330 - (-297) = 453 \text{ dyn/cm} \qquad (10.7)$$

Rezultă că σ_{cs}, tensiunea superficială interfazică în condiții sticlă-cositor este foarte mare, cu puțin mai mică decît tensiunea de suprafață a cositorului care este de 486 dyn/cm.

Așa cum se constată și din fig. 10.2, *a*, starea de echilibru intervine la grosimea de 6,35 mm (de echilibru). Creșterea forței de tracțiune numai pe calea creștrii de viteză duce la rezultate catastrofale prin reduceri bruște de grosime. Așa cum se arată în fig. 10.2, *b* gro-

simea benzii se va putea controla cu o pereche de role de tragere *1* cu posibilitatea de strîngere a foii simultan cu tragerea în aceeași secțiune.

Banda primară *4* are o temperatură de 1 050°C cu o viscozitate de 10^4 P.

Între rolele *1* (fig. 10.2, *b*) banda ajunge la o temperatură de 700°C și o viscozitate de 10^8 P.

Urmează o zonă de reîncălzire *6* unde ajunge la o temperatură de 850°C și o viscozitate de 10^6. Banda finală *2* ajunge să se formeze la o temperatură de 600°C.

Datorită acestei condiții forțele de tracțiune au o foarte mare importanță corelată cu acțiunea rolelor *1* în formarea benzii la diferite grosimi. În prezent procedeul poate produce grosimi de 2 mm. Banda finală de sticlă este apoi purtată în continuare pe suprafața băii de metal topit. Această condiție este esențială în obținerea unei calități superioare a sticlei. Baia de metal *3* folosită ridică probleme deosebite deoarece există posibilitatea unei interacțiuni chimice între sticla și metalul topit și sticla și atmosfera metalului topit. Este necesar un metal care să fie lichid între temperaturile de 600 și 1 050°C, să aibă o densitate mai mare ca a sticlei și presiunea de vapori a metalului la temperatura de lucru cît mai joasă posibilă. În tabelul (10.1) sînt prezentate principalele metale care pot fi folosite.

Tabelul 10.1

Caracteristicile de bază ale metalelor care pot fi folosite la procedeul float glass

Denumirea metalului	Punct de topire °C	Punct de fierbere °C	Densitate g/cm³ 1050°C	Presiunea de vapori la 1027°C, dyn/cm²
Bismut	271	1 680	9,1	27,0
Galiu	30	2 420	5,5	$7{,}610^{-3}$
Indiu	156	2 075	6,5	$7{,}9 \cdot 10^{-2}$
Litiu	179	1 329	0,5	55,0
Plumb	328	1 740	9,8	1,9
Thaliu	303	1 460	10,9	16
Cositor	232	2 632	6,5	$1{,}9 \cdot 10^{-4}$

Din tabel rezultă că litiul este eliminat de la început avînd o densitate prea mică.

Se pot alege galiu, indiul sau cositorul.

S-a ales cositorul deoarece el prezintă cea mai slabă interacțiune cu sticlă. Totuși chiar în folosirea cositorului există probleme chimice de interacțiune.

Cînd cositorul se răcește, oxigenul din cositor poate intra în reacție. De asemenea, oxigenul cu cositorul produc un oxid de staniu, care este cauza degradării calității suprafeței inferioare a benzii de geam. Pentru a se evita aceasta, cantitatea de oxigen trebuie menținută la o valoare dorită. Cu cît conținutul de oxigen din cositor crește, fenomenul de interacțiune devine mai dăunător. Cositorul conține în afară de oxigen și alte impurități (sulfuri). În condițiile de exploatare industrială cositorului i se cer condiții de puritate deosebite. Dacă această problemă nu este bine stăpînită pe fața inferioară a foii apar pete albicioase aparente ce pot fi înlăturate destul de greu prin polizare sau lustruire mecanică.

Pe baza acestor date teoretice, s-au elaborat astăzi linii tehnologice complexe de mare capacitate, care realizează o gamă largă de grosimi și calități de suprafață comparabile cu geamurile șlefuite de calitate superioară.

10.3. Linii tehnologice de fabricat geamuri plane prin șlefuire pe metal topit

10.3.1. Linii tehnologice cu laminarea stratului de sticlă și deversarea lui pe baie de metal topit

Primele linii tehnologice de fabricat geam float-glass au apărut în perioada 1959—1961 în Anglia, de capacități în jurul a 250 t/zi. Linia tehnologică de fabricare a geamului float folosește topitura unui cuptor vană cu o compoziție oxidică apropiată de următoarele compoziții care se folosesc în continuare și astăzi la majoritatea marilor producători (tabelul 10.2).

Tabelul 10.2

Rețete de fabricație pentru sticla folosită

Component	R.S. Cehoslovacia	Anglia	Belgia
SiO_2	73,10	73,56	72,40
Al_2O_3	1,16	1,21	0,54
Fe_2O_3	0,18	0,14	0,13
CaO	8,43	8,23	9,62
MgO	3,74	3,97	4,76
Na_2O	13	12,40	12,90
K_2O	0,22	0,51	0,06
SO_3	0,05	0,08	0,08
Ar_2O_3	0,036	0,03	0,03
CoO	0,09	0,08	0,07

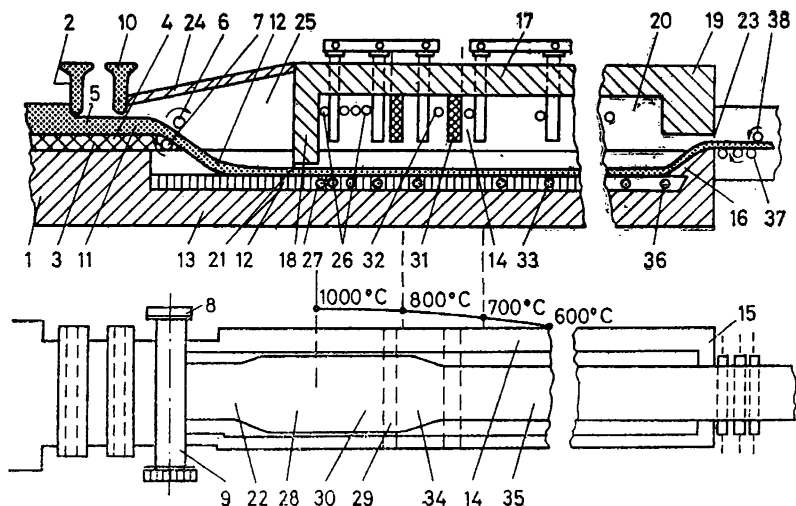


Fig. 10.3. Linie de fabricaţie float glass (secţiune longitudinală parţială) prin laminare :
1 — antevană ; *2* — baraj de reglare ; *3* — gură de deversare ; *4* — placaj gură de deversare ; *5* — pereţi laterali deversare ; *6—7* — rulouri laminoare ; *8* — cadru de susţinere rulouri laminoare ; *9* — acţionare rulouri laminoare ; *10* — ecran ; *11* — banda de sticlă ; *12* — baie de metal topit ; *13* — fund baie ; *14* — perete lateral ; *15* — perete frontal ; *16* — zonă de desprindere sticlă ; *17* — boltă de plutire ; *18—19* — perete frontal şi terminal ; *20* — pereţi laterali suprastructură ; *21* — gură de alimentare cu sticlă a băii ; *22* — zona de lărgire a suprafeţei libere a sticlei ; *23* — zona de ieşire sticlă ; *24* — acoperiş de legătură ; *25* — antebaie ; *26—27* — încălzitoare ; *28* — banda de sticlă ; *29* — ecran ; *30* — corp de sticlă plutitor ; *31* — ecran ; *32* — încălzitoare ; *33* — regulator de temperatură ; *34* — intrarea corpului plutitor în stare plastică ; *35* — banda de sticlă ; *36* — răcitoare ; *37—38* — role de scoatere.

Linia avea forma din fig. 10.3. Topitura de sticlă deversează prin buza de curgere *3* între rulourile laminoare *6—7*. Barajul *8* reglează cantitatea de sticlă care ajunge la laminor. Există şi un ecran *10* cu posibilităţi de ridicare şi lăsare ce poate asigura oprirea intrării gazelor calde în antebaia *25* acoperită de bolta dreaptă *24*.

Banda laminată *11* deversează pe baia de cositor topit *12* şi apoi prin gura de alimentare *21* ea pătrunde în interiorul băii de plutire (flotare).

Această baie cuprinde trei zone principale :

Zona I — de la peretele frontal *18* pînă la ecranul *29* ;

Zona II — de la ecranul *29* pînă la ecranul *31* ;

Zona III — de la ecranul *31* pînă la ieşirea *23* a sticlei de pe baie.

În zona I se dezvoltă un corp plutitor care se lățește în părțile laterale pînă la obținerea stării de echilibru între forțele de tensiune superficiale și cele gravitaționale. Corpul plutitor nu atinge însă niciodată pereții laterali *14* ai băii, acesta fiind dimensionat în consecință. Regulatoarele termice *27* introduse în baia de metal topit o mențin la o temperatură de aproximativ 1 000°C. Corpul plutitor de sticlă își modifică lățimea succesiv în pozițiile 22—28—30. Odată cu depășirea ecranului *29*, sticla pătrunde în zona a doua. Aici există încălzitorul *32* care reglează atmosfera la condițiile termice cerute de proces și regulatoarele termice *33* cufundate în metalul topit. Sticla suferă un fenomen de răcire treptată pînă ajunge în domeniul plastic și capătă o formă *34* aropiată de cea din figură. În această zonă se acționează cu forțe de tracțiune transversală dacă se dorește subțierea foii de sticlă. În zona ecranului *29* sticla are o temperatură de 850°C și ajunge la ecranul *31* la o temperatură de 700°C.

În zona a treia, sticla continuă să se răcească ajungînd ca la zona finală înainte de ieșire să aibă 650°C. În această zonă regulatoarele termice *36* asigură răcirea treptată. La capătul băii se practică lateral un sistem de role de desprindere a sticlei de pe baie și apoi banda de sticlă este trasă de rolele *36* și *38* și apoi introdusă foaia într-un cuptor de recoacere, prevăzut cu rulouri căptușite cu azbest și apoi din oțel inoxidabil.

Sticla topită deversează la laminor cu o temperatură de 1 200°C și părăsește baia la o temperatură de 650°C. Cu această temperatură sticla se introduce în cuptorul de detensionare (recoacere). Sticla detensionată la o temperatură de 40—60°C se introduce la conveierul de tăiere mecanizată a geamului plan.

10.3.2. Linii tehnologice de fabricație cu deversarea directă a sticlei pe baie de metal topit

Față de forma inițială procedeul a suferit multe îmbunătățiri brevetate de numeroase firme producătoare.

Odată cu creșterea cantităților deversate, a fost abandonată folosirea rulourilor laminoare. Prin intermediul unor jgheaburi de concepție și format specializat, sticla topită se deversează în cantitate foarte mare direct pe suprafața băii metalice.

Temperatura de topire ajunge în cuptoarele vană la 1 560°—1 600°C, cuptoarele ajungînd să aibă lățimi de 10 m, și dispozitive mecanice și pneumatice de omogenizare. Linia tehnologică de fabricație cuprinde aceleași elemente componente :

— cuptor de topire ;
— baie de plutire (baie float) ;

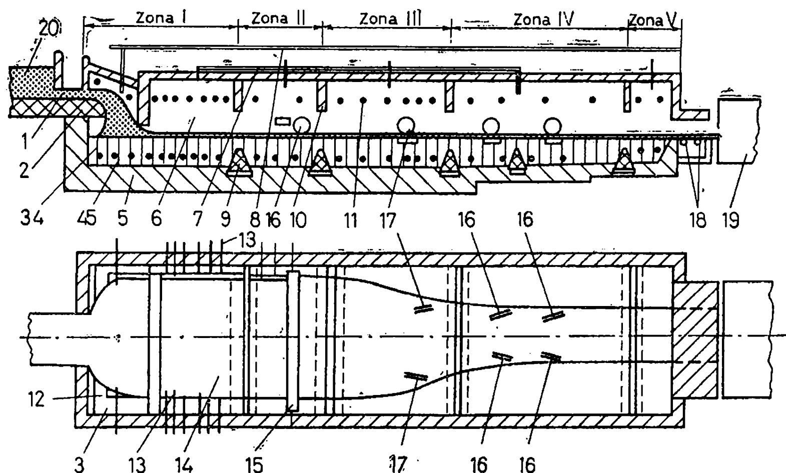


Fig. 10.4. Linie tehnologică modernă de fabricare a geamului prin procedeul float glass. (Secțiune longitudinală. Vedere în plan) : *1* — sticla topită ; *2* — jgheab deversor ; *3* — baie de metal ; *4* — încălzitoare ; *5* — fund baie ; *6* — atmosferă controlată ; *7—8* — conducte pentru hidrogen și azot ; *9* — regulatoare termice ; *10* — ecran ; *11* — încălzitoare ; *12* — elemente de ghidare ; *13* — role de acționare ; *14* — corp plutitor din sticlă ; *15* — răcitor transversal ; *16, 17* — role laterale de ghidare și antrenare ; *18* — role de desprindere a foii ; *19* — cuptor de recoacere ; *20* — cuptor de topire de tip vană.

— lift de scoatere a foii de sticlă (lift haut) ;
— cuptor de detensionare (recoacere) ;
— conveier de tăiere și sortare.

Elementul specific procedeului, baia de plutire capătă forma din fig. 10.4.

Sticla topită are o temperatură de 1 170°C±1°C. Sticla *1* curge dirijat de pe buza *2* pe baia de metal *3*. Baia de metal cu o adîncime de 30 cm este constituită din cositor lichid cu un adaos de 0,005% sodiu sau 0,001% magneziu. Aceste adaosuri au scopul de a reduce oxidarea cositorului în contact cu oxigenul sau sulful. Baia de cositor este încălzită cu încălzitorul *4*. Baia *5* este căptușită la interior cu plăci de grafit. În partea superioară a băii se menține o atmosferă de azot cu 0,5% hidrogen. Aceste gaze sînt aduse cu conductele *7* și *8*. Baia se etanșează de mediul înconjurător oxidant. În baia de flotare există niște borne triunghiulare despărțitoare *9* și ecrane despărțitoare *10* care separă baia pe zone distincte. Deasupra băii de metal topit sînt instalate încălzitoare de radiație *11*. Între geam și baia de metal se va păstra o diferență de potențial electric pentru a se împiedica difuziunea unora din componenții băii în geam.

În zona a II-a se produce întinderea geamului pînă la realizarea echilibrului între forţele gravitaţionale şi cele de tensiune superficială la grosimea de 6 mm. Sticla are aici o temperatură de 1 000—1 030°C. Lăţimea stratului fluid din zona I se limitează cu elementele *12* din grafit. La părăsirea zonei a II-a sticla are o temperatură de circa 700°C. Această temperatură putîndu-se regla cu răcitorul *15* poziţionat deasupra băii şi răcit cu apă. Apoi banda este prinsă de rolele *16*. Aceste role se pot regla ca poziţie şi distanţă. De obicei ele se găsesc la ambele părţi, perpendicular pe direcţia de avans (de mişcare a foii).

În zona a III-a se produce o reîncălzire a foii pînă la 850°C pentru a se întinde foaia şi obţine grosimea dorită. Rolele *17* sînt acţionate şi ele şi au rolul de a împiedica o restrîngere a benzii.

În zona a IV-a sticla se va răci din nou pînă la 650°C, iar apoi în zona a V-a banda începe să se ridice prin rolele *18* de pe baia de metal topit şi se introduce în cuptorul de detensionare. Cuptoarele de detensionare de mare capacitate şi lungimi pînă la 150 m sînt construcţii metalice etanşe izolate, cu încălzire electrică şi prin radiaţie. În acest cuptor foaia de sticlă este purtată pe transportoare cu rulouri metalice prin patru zone principale pînă ce banda este adusă la temperatura ambiantă, detensionată. Sticla plană este luată de conveiere de tăiere, sortare şi ambalare care asigură o continuitate a fabricaţiei cu consum minim de manoperă. La liniile moderne au fost aduse importante modificări la zona de legătură dintre cuptorul vană şi baia de plutire. Această zonă a căpătat forma din fig. 10.5.

Se observă că se menţine un singur baraj refractar de reglare a debitului de sticlă şi de închidere a deversării. De la acest ecran pînă la prima coloană a băii se practică o boltă suspendată a cărei poziţie poate fi reglată.

Ca observaţii importante se remarcă următoarele :

— odată cu creşterea debitului deversat, pericolul cristalizării s-a redus prin creşterea aportului de căldură adus odată cu sticla ;

— stăpînirea procesului şi deci constanta în timp a debitului flotat a permis renunţarea la sistemul de laminare. Jetul de sticlă pe un jgheab în forma celui din fig. 10.5, *b* deversează direct pe baia de metal topit. Cunoaşterea procesului a dus, de asemenea, la reducerea considerabilă a distanţei dintre barajul *2* (fig. 10.5) şi prima axă a băii de flotare. Bolta *3* din fig. 10.5, *a* s-a redus considerabil ca mărime şi s-a apropiat foarte mult faţă de nivelul metalului topit.

În momentul cînd jetul de sticlă ia contact cu baia de metal apar curenţii de întoarcere şi curenţii circulari. Este necesar ca sticla să nu stagneze în această zonă. Dirijarea sticlei în această zonă aşa-

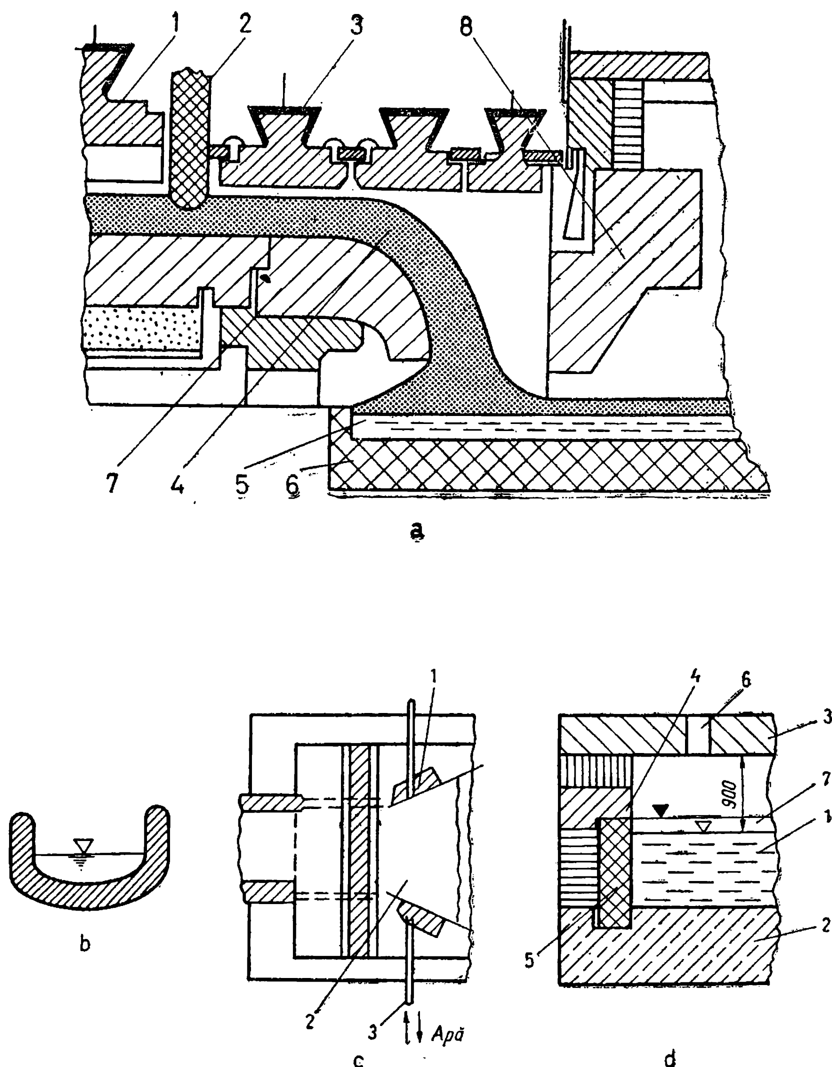


Fig. 10.5. Detalii din instalația de fabricație float glass :

a — detalii zonă de deversare ; *1* — boltă suspendată ; *2* — ecran ; *3* — boltă suspendată ; *4* — sticlă topită ; *5* — baie de metal ; *6* — fund baie ; *7* — jgheab ; *8* — prima coloană a băii ; *b* — forma jgheabului deversor ; *c* — vedere în plan a zonei de deversare ; *1* — piese de dirijare răcite cu apă ; *2* — sticlă topită ; *d* — secțiune transversală parțială prin baia de plutire ; *1* — metal topit ; *2* — fund baie ; *3* — boltă ; *4* — zid inelar ; *5* — plăci de căptușeală din grafit ; *6* — orificiu de introducere elemente de încălzire ; *7* — strat de sticlă.

numitului „călcîi" se reglează ca în fig. 10.5, *c*. Piesele *1* executate din grafit şi răcite la interior cu apă se pot deplasa şi cu ajutorul lor se dirijează lăţimea stratului de sticlă. Totodată se caută să se împiedice pătrunderea sticlei în colţurile din faţă ale băii. În interiorul băii s-au făcut progrese însemnate prin îmbunătăţirea calităţii materialelor refractare şi a oţelurilor aliate.

Acoperişul băii sub formă de boltă dreaptă suspendată are înălţimea de aproximativ 900 mm (înălţime faţă de nivelul superior al sticlei topite). Grosimea fundului băii nu depăşeşte 700 mm iar grosimea sticlei în această zonă I nu depăşeşte 100 mm. Cămaşa exterioară a băii se execută din oţel calmat omogen. Lateral pereţii sînt căptuşiţi cu grafit ca în fig. 10,5, *d*.

Pentru a se împiedica eventuala scurgere a metalului topit, sub baie, se prevăd surse de aer comprimat şi racorduri flexibile pentru intervenţie în caz de avarie. S-a folosit cu precădere grafitul deoarece acesta nu reacţionează cu oxigenul şi sulful din baie, iar sticla alunecă foarte uşor faţă de grafit.

Plafonul suspendat este susţinut de o construcţie metalică adecvată. Prin acest plafon se introduc electrozi de încălzire, alimentate la 75 V şi 40 A. Cîte trei electrozi, conform tipului fabricat de firma Morganit (Anglia) se solidarizează la partea inferioară cu inele refractare.

Au fost, de asemenea, perfecţionate sistemele de reglaj termic şi răcitoarele transversale. Totuşi deoarece nu se poate realiza o etanşeizare perfectă şi o puritate avansată a materialelor folosite, pe suprafgaţa metalului apar produse de oxidare. Pentru evacuarea acestor zguri care apar pe suprafaţa metalului s-a perfecţionat un sistem de dirijare a zgurilor plutitoare conform fig. 10.6, *a*.

Baia se prevede cu două buzunare de curăţire *1*, *2*. Pe două console *3* aşezate de o parte şi de alta se poziţionează două motoare de inducţie liniară *5*. Motoarele se aşază deasupra suprafeţei metalului topit, sticla avînd o temperatură în jurul a 700°C. Consolele *3* permit reglarea poziţiei motoarelor liniare în două planuri. Motoarele cu inducţie sînt răcite cu circulaţie forţată de apă. Cîmpul motoarelor se întinde în jos creîndu-se un cîmp direcţional superficial. Motoarele liniare *4* au o poziţie şi construcţie similară, dirijînd în continuare zgurile superficiale către adînciturile dintre pungile *1*, *2*. Dacă se simte nevoie, asemenea tipuri de motoare se pot monta şi în alte părţi, chiar în zonele mai calde ale băii. Instalaţia este prevăzută cu un dispozitiv care înlătură aceste impurităţi prin adăugarea continuă de metal de adaos.

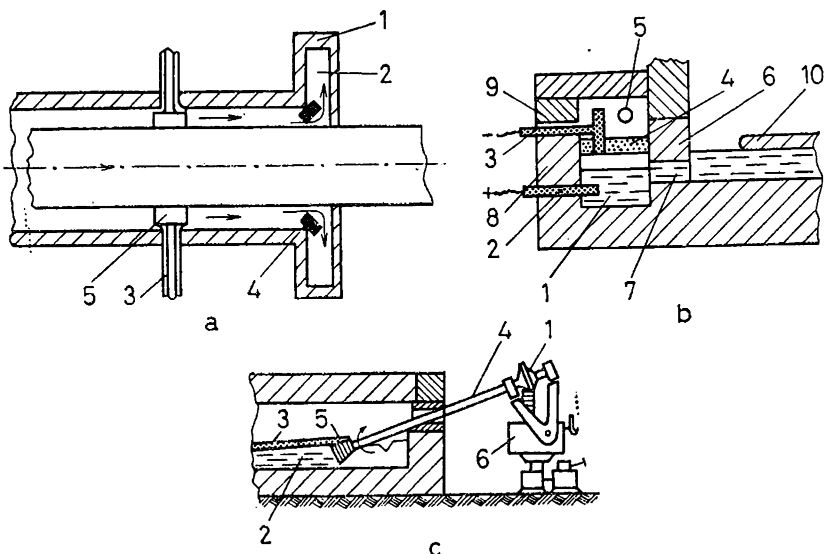


Fig. 10.6. Detalii din instalația de fabricare a geamului float glass : *a* — dirijarea curenților de zgură (vedere în plan) ; *1, 2* — buzunare de curățire ; *3* — console de susținere ; *4, 5* — motoare auxiliare de inducție ; *b* — punga de regenerare (secțiune transversală parțială) ; *1* — cositor topit ; *2* — electrod (pozitiv) ; *3* — electrod (negativ) ; *4* — strat de fluorborat de potasiu ; *5* — orificiu de evacuare gaze ; *6* — perete baie ; *7* — canal de legătură ; *8, 9* — pereți laterali ; *c* — role de desprindere (secțiune transversală) ; *1* — angrenaj dințat ; *2* — baie de metal topit ; *3* — corp plutitor din sticlă ; *4* — ax de antrenare ; *5* — role de desprindere ; *6* — variator de viteză.

Metalul topit capătă o serie de impurități-zguri în baia de plutire. Pentru eliminarea lor se folosesc o serie de pungi laterale de construcția celor din fig. 10.6, *b*.

În zgurile produse apar oxizi ai metalelor din grupa litiu, sodiu, potasiu, magneziu, stronțiu, bariu, fier, zinc, aluminiu, siliciu, titan. Epurarea acestor oxizi metalici se face folosind aluminiu și un strat subțire de fluorură de calciu (criolit) sau fluorborat de potasiu.

Electrodul *3* coboară în stratul de material de adiție *4*. Electrodul este din carbon și nu face contact cu metalul topit. Electrodul *8* face ca baia de metal să joace rolul polului negativ iar electrodul *3* joacă rolul polului pozitiv. Se produce electroliza stratului *4*. Temperatura băii este suficient de ridicată pentru a se conserva starea topită a metalului. Zgura de oxid aflată pe suprafața *1* este antrenată de stratul *4* care se descompune. Antrenarea zgurii, descompunerea și decantarea ei sînt procese continue. Gazele care rezultă din electroliza

stratului *4* se evacuează prin orificiul *5* conectat la o tubulatură legată la o instalație de depresiune.

În paralel se prevăd posibilități de introducere de cositor în baie pentru a compensa pierderile prin pungile de curățire. La instalațiile moderne aceste pungi au un rol din ce în ce mai mic datorită progreselor făcute în etanșarea băii și purității materialelor folosite. La capătul băii, corpul plutitor de sticlă se desprinde de pe suprafața băii de metal. Pentru aceasta se pot folosi sisteme de role antrenate răcite, așa cum se prezintă în fig. 10.6, c.

De obicei, la capătul de ieșire-final — al căii se montează de ambele părți trei asemenea role pe fiecare parte a foii. Ele au un rol deosebit la pornirea fabricației. Odată cu stabilirea procesului de dezvoltare și tragere a foii, rolul acestor role marginale scade.

După ce banda de sticlă, lustruită termic părăsește suprafața băii de metal, ea este introdusă într-un cuptor intermediar numit lift-haut. Forma și concepția acestuia este prezentată în fig. 10.7.

Banda de sticlă *1* trece pe o serie de două sau trei rulouri metalice antrenate din exterior, cu posibilități de sincronizare a rotației lor. Zgura care a aderat la suprafața interioară a foii se curăță în contact cu rulourile *2*, șterse continuu de periile telescopice din

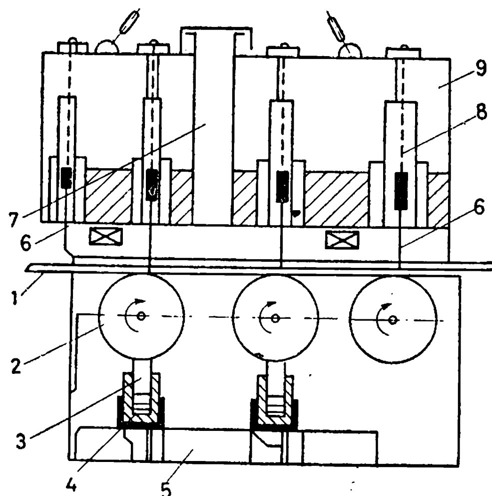


Fig. 10.7. Detaliu — Lift-haut: *1* — bandă de sticlă; *2* — rulouri metalice; *3* — perii de grafit; *4* — lagăre de susținere rulouri; *5* — cutii de evacuare zgură; *6* — ecrane; *7* — pirometru; *8* — cablu de ridicare ecran; *9* — capotă superioară.

grafit *4*. Particulele de zgură cad în interiorul unor cutii transversale colectoare de genul unor sertare *5* care se scot spre exterior. Atmosfera din interior se controlează cu ecranele *6* acționate prin cabluri. Partea superioară este o capotă *9* care poate fi ridicată după nevoie.

Prin pirometrul 7 cu radiație se controlează temperatura benzii de sticlă *1* la trecerea prin cuptor.

În vederea reducerii procentului de defecte, împiedicarea procesului de oxidare în interiorul băii de plutire, se menține o atmosferă antioxidantă controlată.

Prin tubulatură specială se introduce în atmosfera cuptorului sub presiune o cantitate de azot pur care variază între 1 130 și 1 275 m^3/h. Se permite o concentrație de impurități de $1/10^6$ max. conținut de sulf, $10/10^6$ oxigen și $6/10^6$ oxid de carbon.

Simultan se introduce un procent de 5% hidrogen pur calculat la volumul total de azot introdus. Presiunea hidrogenului nu depășește 0,7 daN/cm^2. Debitul de hidrogen introdus variază de la 57—128 m^3/h. Datorită prezenței hidrogenului trebuie luate măsuri speciale de etanșeizări și control care să împiedice formarea unui amestec combustibil cu pericol de autoaprindere.

Tabelul 10.3

Parametrii de fabricație la procedeul float glass în comparație cu alte procedee

Parametrii de fabricație	Procedeul de fabricație float	Procedeul de tragere cu debiteuză	Procedeul de tragere fără debiteuză
Viteza de tragere: 2 mm 3 mm 6 mm	 850—900 m/oră 540—600 m/oră 200—240 m/oră	 65 m/oră 50 m/oră 35 m/oră	 90 m/oră 87 m/oră 72 m/oră
Lățimea de bandă	1,8—4,5 m	1,8—3,4 m	2—4 mm
Grosimea foii	2,4—19 mm	1,8—8	2—12 mm
Capacitatea de producție	200—650 t/zi	145—180 t/zi	155—200 t/zi
Durata campaniei de fabricație	60 luni	48 luni	50 luni
Forța de muncă specifică	0,8—1,1 om × t/zi	1,2	1,18
Lungimea instalației din care: baia de plutire cuptor de recoacere	800—900 m 50 m 100—120 m		
Producția anuală	3,7—15 mil m^2 efectivi 4mm/an	12 mil m^2 $\frac{\text{bază}}{\text{an}}$	14 mil m^2 $\frac{\text{bază 2 mm}}{\text{an}}$

Prelucrarea şi finisarea sticlei plane

11.1. Generalităţi. Scopul prelucrării şi finisării sticlei plane

Sticla plană, trasă, laminată sau şlefuită, după obţinerea ei, este supusă unui proces de valorificare prin tăiere, găurire, prelucrarea marginii pentru a se da bucăţilor tăiate calităţile şi proprietăţile finale.

De obicei prelucrarea şi finisarea sticlei plane se face după următoarele destinaţii ulterioare :

— geamuri de construcţii cu formatele şi dimensiunile dorite ;

— geamuri plane prelucrate destinate a fi folosite la fabricarea geamurilor securizate pentru industria de automobile ;

— geamuri prelucrate destinate fabricării oglinzilor ;

— geamuri plane pentru mobilă şi mobilier urban.

11.2. Tăierea sticlei plane

11.2.1. Tăierea pe cale manuală

Tăierea manuală se face folosind mese fixe de lemn, plane, acoperite la partea exterioară cu pîslă sau molton. Lateral se prevăd rigle gradate care să permită aşezarea riglelor de ghidare a tăierii şi asigurarea perpendicularităţii laturilor tăiate. Tăierea se face folosind rotiţe din carburi metalice aglomerate sau cuţite tăietoare cu vîrf de diamant. Randamentul de tăiere depinde de abilitatea personalului, de unghiul de tăiere al rotiţei tăietoare, de calităţile diaman-

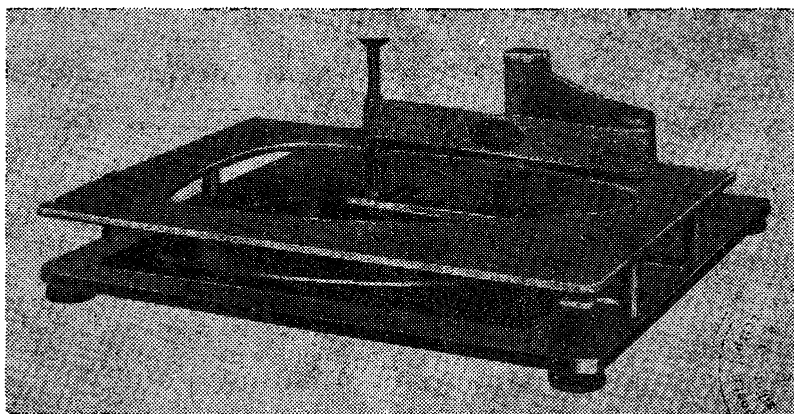


Fig. 11.1. Dispozitiv de tăiat după șablon.

tului de tăiere. De obicei, în aceste condiții, un om bine calificat poate tăia pînă la 1 500 $m^2/8$ ore, după numărul de dimensiuni ce urmează a le tăia și grosimea geamului tăiat. Grosimea geamului este, de obicei, de la 2 la 6 mm și rar de 8—10—12—14 mm. Tăierea geamurilor groase se face cu dificultate folosind pîrghii și dispozitive ajutătoare. Tăierea geamului plan pe cale manuală în formate cu laturile curbe se face folosind dispozitivul cu pantograf arătat în fig. 11.1.

Dispozitivul are un șablon metalic după care un braț pantograf prevăzut cu sculă de tăiere execută tăierea sticlei. Dispozitivul este foarte indicat la realizarea unor serii mari de produse similare.

11.2.2. Tăierea mecanizată a sticlei plane

Odată cu dezvoltarea marii producții de geamuri plane, s-au introdus metode mecanizate de tăiere pe conveiere automate de tăiere. Aceste conveiere sînt dotate cu următoarele utilaje așezate în flux succesiv. De obicei, un dispozitiv mecanic prevăzut cu ventuze de cauciuc legate la un dispozitiv general de vid, preia foile de pe un cărucior și le depune pe un transportor cu role. Foile ajung la o masă de tăiere care poate fi prevăzută cu o suprafață neagră și pe care se fixează foaia, fie cu dispozitive mecanice pneumatice, fie prin depresiunea creată sub foaie de la un sistem general de vid. Dispozitive cu resort susțin rolele tăietoare iar acestea pot culisa pe traverse (juguri gradate), care la rîndul lor pot să se deplaseze prin comenzi pneumatice sau electromecanice.

După tăiere banda de geam se deplasează pe o pernă de aer, şi cu ajutorul unor (juguri) traverse mecanice şi valţuri se execută ruperea. Foile astfel rupte pe benzi cu role de transport se deplasează la locul de sortare.

La unele variante moderne înainte de tăiere există un programator cu testatori electronici de defecte.

Programatorul primeşte informaţii privitoare la programul de tăiere pe comenzi şi după testarea defectelor programează capetele de tăiere pentru tăierea cea mai eficace a suprafeţei de geam. Asemenea maşini de mare productivitate se adaptează la liniile moderne de fabricare a geamului float glass. Randamentul lor depinde de calitatea suprafeţelor, de frecvenţa anumitor defecte de suprafaţă şi de frecvenţa variaţiei de grosime. Asemenea instalaţii pot tăia cantităţi de sticlă pînă la 30 000 $m^2/24$ ore în grosimi pînă la 12 mm.

La cantităţi de geam mai mici se folosesc numai maşini de tăiat fără a se mai recurge la conveioare speciale de tăiere.

11.3. Găurirea sticlei plane

Pentru găurirea sticlei plane se folosesc, de obicei, foreze care au suprafaţa tăietoare acoperită cu pulberi de diamant de granulaţii adecvate. Foreza are forma unui cilindru, diametrul exterior al acestuia avînd diametrul egal cu al găurii ce urmează a se practica.

Coada forezei se prinde între fălcile mandrinei de la maşinna de găurit reprezentată în fig. 11.3.

11.3.1. **Maşini pentru găurit sticla plană**

Foaia de sticlă care urmează a fi găurită se aşază pe ghidajele maşinii de găurit. Prin rotirea forezei şi acordarea avansului vertical necesar se realizează găurirea plăcii de sticlă. Găurirea se face în mediu umed, folosind o soluţie apoasă de răcire. Regimul de rotaţie de avans se determină după calitatea forezei şi caracteristicile maşinii. La maşinile moderne pentru a nu se produce distrugerea marginilor găurii se face găurirea simultană din ambele sensuri (de sus în jos şi de jos în sus), maşina avînd de fapt două foreze în lucru care se întîlnesc la terminarea găuririi.

La maşinile de mare productivitate se pot face găuriri simultane la două, trei şi chiar patru poziţii, maşinile avînd mai multe capete fixe de lucru. Viteza de lucru $v=3...6$ m/s. Presiunea de apăsare este pînă la 35 kgf la foreze cu diametrul de 7 mm şi ajunge la 45 kgf la diametrul de 25 mm. Durata de lucru a unei foreze de

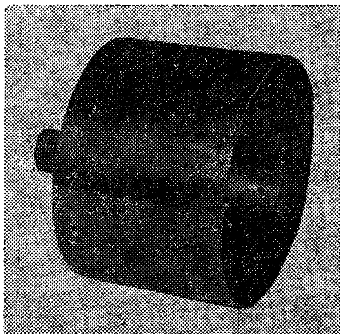


Fig. 11.2. Sculă diamantată de găurit.

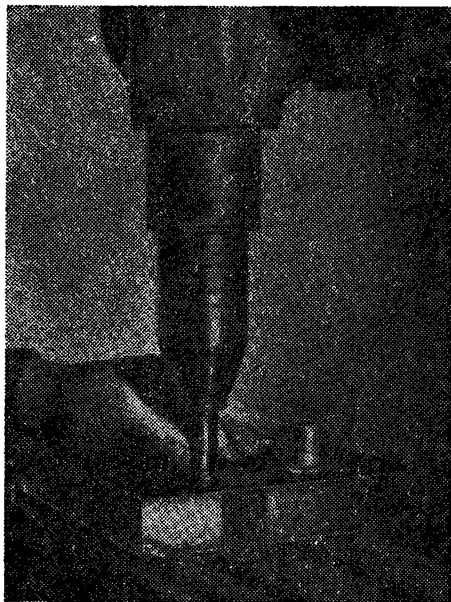


Fig. 11.3. Mașina verticală de găurit sticlă.

găurire poate fi diferită, de obicei însă o asemenea foreză poate face de la 100 pînă la 300 găuri, pînă la scoaterea din funcțiune dacă așezarea și regimul de lucru sînt bine reglate.

11.4. Prelucrarea marginilor la sticla plană

11.4.1. Forme de prelucrare a marginilor

Marginile sticlei se pot prelucra în cant drept sau semirotund. Marginea prelucrată poate să fie polizată (lustruită) sau nu.

Prelucrarea cantului se poate face prin următoarele mijloace :

— pe cale manuală folosind discuri de piatră în rotație ;

— pe cale manuală folosind mașini simple cu benzi abrazive ;

— mecanizat pe mașini complexe cu mai multe capete de prelucrare succesivă ;

— mecanizat pe mașini complexe cu capete de șlefuit și polizat cantul.

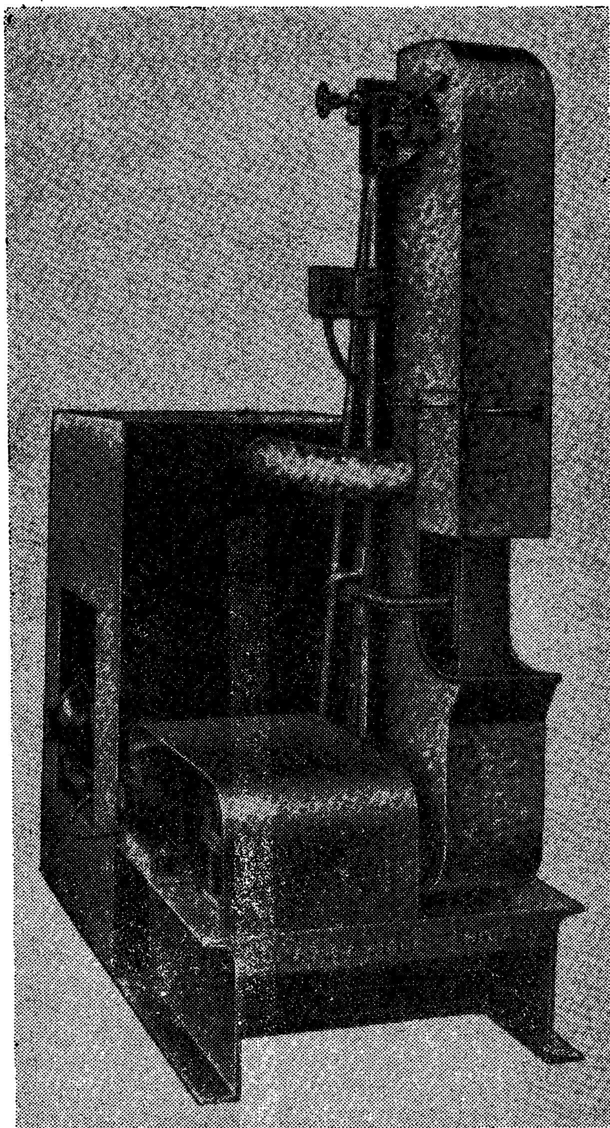


Fig. 11.4. Mașina de prelucrat cant cu bandă abrazivă.

11.4.1.1. **Prelucrarea manuală.** Prin frecarea marginilor sticlei de un disc de gresie sau de fontă se obține forma și gradul de finisare dorit. Operația se desfășoară în condiții de frecare lichidă, lichidul folosit fiind apa, o soluție abrazivă de nisip sau carbura de siliciu de diferite granulații. Dacă se prelucrează sticle groase și de dimensiuni mari atunci se folosesc cilindrii de gresie în rotație combinată cu o deplasare alternativă longitudinală, iar sticla se poate susține de 2—3 muncitori. Durata operației depinde de experiența operatorilor. Turația cilindrului de gresie este de obicei nu mai mare de 15 rot/min. Grosimea stratului îndepărtat 0,5 pînă la 2 mm.

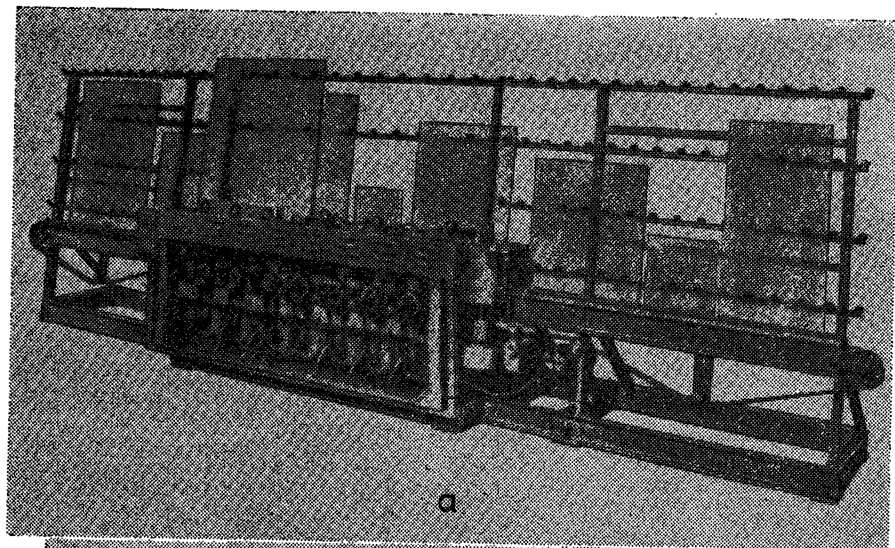
11.4.1.2. **Prelucrarea manuală la mașini cu bandă abrazivă.** Acest gen de mașini simple sînt prezentate în fig. 11.4. Prelucrarea se face de operator purtînd succesiv perimetrul sticlei pe lîngă pînza abrazivă în mișcare (banda). Lățimea acestor benzi este variabilă după tipul mașinii și turația acesteia. Se obține o prelucrare grosieră, fără lustruire sau formate speciale pentru cant. Acest tip de mașină are inconvenientul că durata de funcționare a benzilor este limitată, iar calitatea prelucrării grosieră.

11.4.2. Prelucrarea la mașini cu scule diamantate

La fabricarea modernă s-a trecut la folosirea de discuri diamantate la prelucrarea marginilor. Discurile diamantate oferă avantajul unei productivități sporite, a unei calități superioare a prelucrării și a unei durate de funcționare mult mai lungi. Deși costul sculelor diamantate inițial este mai ridicat, raportat la lungimile prelucrate dă cele mai favorabile costuri de producție.

11.4.2.1. **Mașini de prelucrat cant cu scule diamantate fine la formate rectangulare.** *Mașini cu un cap de prelucrare.* Mașina se aseamănă cu o mașină de rectificat cu disc orizontal în mișcare de rotație. Foaia de sticlă așezată pe un suport articulat se deplasează succesiv cu perimetrul pe lîngă marginea discului în rotație. Drumul și viteza de deplasare se reglează manual, iar numărul de treceri al sticlei este funcție de precizia tăierii anterioare a sticlei. Trecerea se face în prezența unui lichid de răcire colectat și apoi recirculat. Mașini mai perfecționate pot prelucra succesiv mai multe foi de sticlă simultan. Foile de sticlă preluate de un sistem de lanțuri articulate deplasează laturile foilor pe deasupra unui disc diamantat în rotație. Discul diamantat poate avea pe suprafața exterioară două pînă la cinci canale de prelucrare.

Mașini cu mai multe capete de prelucrare. Aceste mașini sînt prezentate în fig. 11.5, *a* și *b*. Aceste mașini asigură prelucrarea can-



b

Fig. 11.5. Mașina de șlefuit cant cu șapte capete fixe *(a)*. Mașina de șlefuit cant cu 9 capete fixe *(b)*.

tului în diferite forme (rotund, semirotund sau drept cu cant teşit). Aceste maşini asigură şi lustruirea cantului prelucrat.

Un sistem de lanţuri transportoare asigură deplasarea formatelor de sticlă în poziţie aproape verticală deasupra discurilor de prelucrare (capete). Forma suprafeţei cilindrice a discurilor diamantate dă forma de prelucrare a cantului sticlei prelucrate. Prin proprie greutate se asigură apăsarea de prelucrare iar viteza de translaţie poate fi reglată în anumite limite (3—6 m/min). Fiecare cap de prelucrare este echipat cu un disc cilindric diamantat la suprafaţa sa radială. Fiecare disc este dimensionat după faza din operaţie care o execută. Trecerea are loc în condiţii de frecare umedă, lichidul de răcire fiind apă sau soluţii apoase uleioase colectate şi recirculate.

În fig. 11.5, *b* se prezintă o variantă modernă a acestei maşini, cu 12 capete dintre care 5 capete execută şlefuirea şi 5 capete lustruirea cantului prelucrat. Aceste maşini, de obicei, pot prelucra geamuri cu grosime pînă la 8 mm.

Pentru sticlele cu grosimi mai mari de 8 mm se folosesc maşini specializate cu capete de prelucrări deplasabile pe tot perimetrul foii de sticlă. Sticla se aşază pe un sistem de preluare cu ventuze iar pe cele două părţi ale semiperimetrului se deplasează succesiv sau sincron cărucioare cu discuri diamantate care execută prelucrarea marginilor.

La producţie de mare serie schimbarea dimensiunilor se face foarte rar. Se folosesc maşini de prelucrat succesiv două laturi de tip conveier. Foaia de sticlă antrenată de rulouri este deplasată între două rînduri de capete de prelucrare prevăzute cu discuri diamantate. După o trecere se obţin două margini complet prelucrate şi riguros paralele.

Dacă formatele nu sînt rectangulare ci circulare, prelucrarea marginilor se face pe maşini specializate similare cu cele arătată în fig. 11.6. Aici foaia de sticlă tăiată circular se aşază în poziţie orizontală fixată de o serie de ventuze amplasate pe un cap, în mişcare de rotaţie. Foaia de sticlă în mişcare de rotaţie se deplasează printre 6 capete racordate cu o articulaţie sferică şi avans comandat automat. Grosimea stratului desprins depinde de numărul de treceri şi de raportul dintre turaţiile reciproce ale discului de sticlă şi ale discurilor diamantate care echipează fiecare cap.

La unele variante ale acestei maşini, foaia de sticlă are o poziţie fixă iar capetele se deplasează succesiv pe conturul foii de sticlă supusă prelucrării. Maşina are un plus de adaptabilitate, putînd fi

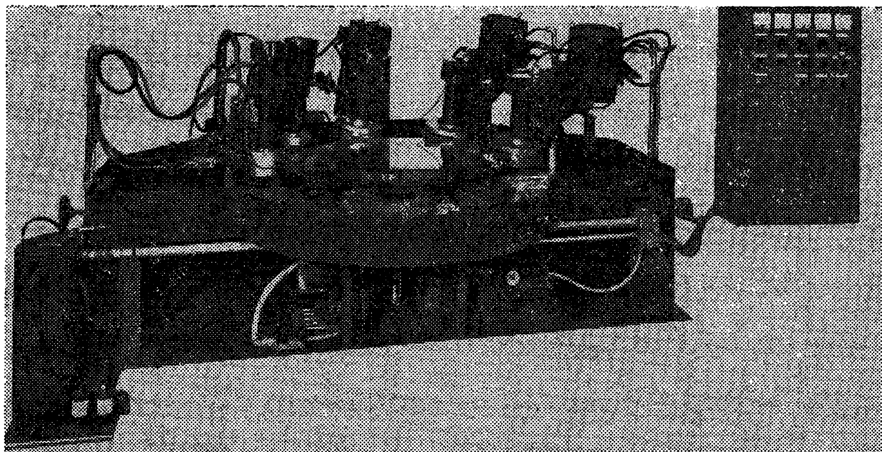


Fig. 11.6. Maşina de şlefuit cant, formate rotunde, cu masă rotativă şi capete oscilante.

mai uşor de reglat după mărimea formatului de sticlă prelucrată. De obicei acest tip de maşină este utilizată la prelucrarea sticlelor groase de la 8 la 18 mm.

11.4.3. Maşini de prelucrat cant şi faţetă la formate rectangulare (bizoutat)

Aceste maşini destinate unei producţii de mare serie execută simultan cu prelucrarea cantului şi prelucrarea marginii într-o anumită pantă la anumită lăţime. Curent aceste maşini de execuţie şi a faţetei se numesc maşini de faţetat sau bizoutat. Acest gen de prelucrări se execută pe maşini specializate. De obicei prelucrarea se face la foi avînd o poziţie aproape verticală. Maşina este prezentată în fig. 11.7.

Foaia în poziţie aproape verticală este luată de un transportor, compus din două seturi de tălpi de cauciuc verticale care sînt puse în mişcare de un lanţ cu zale articulate. Sub transportor se plasează capetele de prelucrare dotate cu scule diamantate (discuri) în mişcare de rotaţie. Forma suprafeţei laterale a discului se face de aşa natură încît acest disc să prelucreze simultan atît cantul cît şi marginea (faţeta). Fiecare cap execută o fază din operaţie. Foaia de sticlă prinsă de transportorul de cauciuc îşi deplasează perimetrul succesiv deasupra discurilor de şlefuire. După terminarea operaţiei de şlefuire brută, există o serie de discuri de gresie după care discuri de

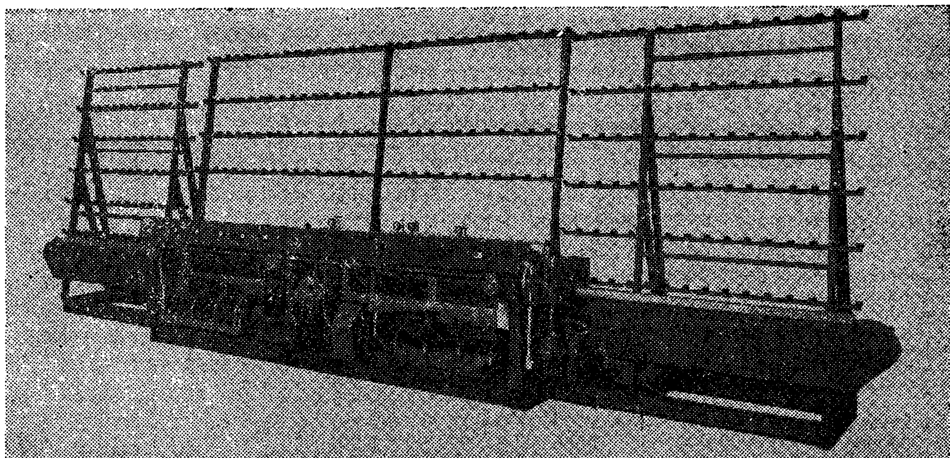


Fig. 11.7. Mașina de prelucrat cant și fațetă la formate rectangulare.

pîslă folosind o soluție de oxid de ceriu execută lustruirea suprafețelor prelucrate pînă acestea devin perfect transparente și bine lustruite. Șlefuirea se face de obicei la capetele de șlefuire într-un mediu de răcire foarte abundent, lichidul de răcire fiind recirculat.

Foaia de sticlă la trecerea prin mașină obține o prelucrare completă la una din laturi. Succesiv se supun acelorași operații toate laturile pe care dorim să le prelucrăm.

La aceste tipuri de mașini de obicei primele discuri diamantate au pe exterior osuprafață abrazivă. Granulația abrazivului la capetele de degroșare variază de la 60/80 pînă la 80/100 mesh. La ultimele capete granulația este de obicei 140/170 pînă la 170/200 mesh. Concentrația normală este de 3 carate/cm^3.*

Viteza de avans a plăcii de sticlă poate varia de la 0,6—2,5 m/min. Mașina poate prelucra sticlă cu grosime de la 4 mm pînă la 15 mm. Adîncimea de prelucrare este variabilă în funcție de grosimea sticlei prelucrate și faza de operație.

Astfel, la grosimi de 5 mm la eboșare se ia o grosime de 0,5 mm iar la finisare 0,3 mm. La grosimi de 15 mm adîncimea stratului prelucrat la eboșare ajunge la 1,5 mm iar la finisare de 0,6 mm.

Durata unui set de scule poate asigura o funcționare neîntreruptă a mașinei de pînă la 3 000 ore.

Înălțimea maximă a foii de sticlă prelucrată este de obicei 2 000 mm.

---

* După Impregnated Diamond Products.

11.4.4. Maşini de prelucrat cant la modele cu forme variabile

Aceste maşini pot prelucra de obicei cantul şi faţeta fără însă a lustrui faţeta prelucrată.

Aceste tipuri de maşini se pot grupa în două categorii.

11.4.4.1. **Maşini de prelucrat cant la modele cu forma variabilă după şablon.** La aceste maşini foaia de sticlă tăiată la dimensiuni foarte apropiate de dimensiunile produsului finit se prinde printr-un sistem de ventuze cu vid în poziţie, de obicei, verticală. Capul de fixare se roteşte în plan vertical în jurul axei sale. În paralel în poziţia similară simetrică se montează un şablon de tablă cu dimensiunile finale ale produsului finit. Capul de prelucrare, cu braţ în consolă, susţine un disc diamantat de prelucrare în rotaţie şi un palpator care urmăreşte perimetrul şablonului metalic. Prin copiere în acest fel se obţine sticla prelucrată pe canturi la dimensiunile dorite. În practică aceste maşini se folosesc la producţia în serie în special cea destinată securizării pentru industria de autovehicule.

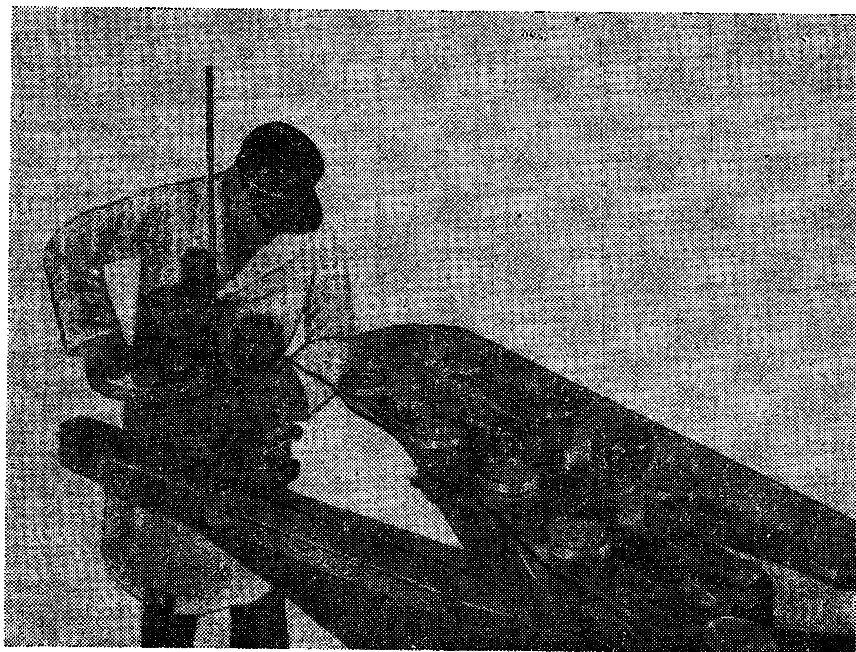


Fig. 11.8. Maşina de şlefuit cant fără şablon la formate variabile.

11.4.4.2. **Mașini de prelucrat cant la modele cu forma variabilă fără șablon.** Acest tip de mașină este prezentat în fig. 11.8.

Aceste mașini pot prelucra cantul la geamuri plane în grosime de la 4 la 18 mm.

Foaia de sticlă tăiată la dimensiuni apropiate de forma finală se așază pe o masă orizontală de prindere. Prinderea se face de obicei prin intermediul unor discuri-ventuze racordate la un sistem general de depresiune.

Scula diamantată susținută de un cap mobil plasat pe un braț articulat se deplasează succesiv pe conturul foii de sticlă efectuînd prelucrarea. În zona de prelucrare se găsesc lîngă discul de șlefuire perii din fire de mase plastice plasate într-un jet puternic de apă de răcire. Apa de răcire joacă și rol de transportor antrenînd odată cu ea și produsele rezultate din prelucrarea sticlei. Regimul de lucru, avans și presiunea de lucru se aleg de operator după grosimea geamului și îndemînarea muncitorului. Acest gen de mașini se utilizează la prelucrarea de produse unicate cu grad mare de prelucrare (oglinzi fantezie, oglinzi venețiene).

Fabricarea geamurilor securizate

12.1. Generalități. Principii de fabricație. Clasificarea geamurilor securizate

Geamurile cu caracter de securitate, menite să asigure în afara transparenței și siguranța în explotare, au apărut în fabricație în a doua jumătate a secolului al XIX-lea și s-au răspîndit foarte mult în ultimele două decenii. Dezvoltarea acestei producții a fost determinată de dezvoltarea construcțiilor de autovehicule și mijloace de transport, iar în construcții de dezvoltarea pe verticală a construcțiilor civile și industriale.

La autovehicule și mijloacele de transport odată cu creșterea vitezelor de circulație, s-a impus luarea de măsuri de securitate care să confere anumite condiții de siguranță conducătorului și personalului transportat. Geamul obișnuit la orice grosime are o rezistență mai mică la eforturi de tracțiune și la șocuri mecanice. Spargerea este însoțită de apariția unor spărturi tăioase care antrenate în momentul impactului devin foarte periculoase. La clădirile industriale și civile dezvoltarea pe vertcală a impus ca spargerea ferestrelor exterioare din diferite motive să nu permită căderea de bucăți grele, tăioase de la înălțimi mari care pot provoca accidente grave în cădere. Totodată acoperirea fațadelor de la clădiri cu panouri mari de sticlă a impus luarea de măsuri de creștere a rezistenței mecanice a acestora.

În trecut se foloseau foarte mult la clădiri geamurile opacizate sau ornamentate după sablare. Foaia de sticlă prin atacarea ei cu particulele de nisip dirijate frontal cu viteze mari, capătă o suprafață mată. Aceste geamuri sablate matizate puteau fi folosite în acest mod sau se acopereau la exterior cu diferite modele căpătînd denumire de geamuri muslin sau givrat. Uneori se practica atacarea suprafeței (gravarea acesteia) cu vapori de acid fluorhidric sau dife-

rite fluoruri. Toate aceste geamuri, deşi cu aspect exterior deosebit de frumos, datorită rezistenţei mecanice slabe la şoc mecanic şi la tracţiune, nu puteau asigura o garanţie deosebită în exploatare.

Producerea geamurilor securizate s-a orientat către două direcţii :

— obţinerea unor geamuri cu rezistenţă sporită la şoc mecanic iar cioburile rezultate prin spargere netăioase, cu granulaţie controlată garantată după spargere ;

— obţinerea unor suprafeţe de sticlă, care deşi cu rezistenţă mecanică sporită să nu permită răspîndirea spărturilor (cioburilor).

Prima tehnologie s-a definit ca tehnologia geamurilor securizate punînd în valoare calităţile mecanice superioare care se pot obţine prin tratamente termice la sticlă.

A doua categorie de procedee a fost finalizată prin armarea sticlelor plane cu folii de mase plastice cu proprietăţi de aderenţă şi transparenţă. Perfecţionarea procedeelor de fabricaţie la foliile de polivinil butirol au dus la obţinerea geamurilor multistrate cu calităţi deosebite.

O a treia categorie de produse de securitate se poate realiza prin tratamente chimice care duc la îmbunătăţirea calităţilor mecanotermice ale produselor din sticlă plană.

Comercial produsele sînt cunoscute după marca producătorului din fiecare ţară sau uzina fabricantă.

12.2. Fabricarea geamurilor securizate

Creşterea rezistenţelor mecanice la şocuri se poate obţine prin încălzirea lentă şi omogenă a sticlei, urmată de o răcire rapidă în anumite condiţii de difuzare şi dirijare a aerului de răcire. Printr-o răcire rapidă, straturile exterioare se vor răci mai repede decît cele din interior. Din aceste considerente datorită micşorării de volum la exterior vor apărea eforturi interioare de compresiune. Straturile interioare avînd o răcire mai lentă vor avea o reducere mai mică de volum, fapt ce va da naştere la nişte eforturi de tracţiune (întindere).

Între zonele cu eforturi de compresiune şi cele cu eforturi de tensiune (tracţiune) vor exista întotdeauna două planuri cu eforturi interioare nule (planuri neutre).

Datorită introducerii acestor eforturi interioare, sticla capătă proprietăţi mecanice deosebite de rezistenţă.

Sticla recoaptă nu are tensiuni interne. Dacă o asemenea sticlă este supusă unei acțiuni de îndoire pe fețele ei vor apărea două eforturi egale (forțe interioare) de sensuri contrare una de compresiune pe fața exterioară și una de tracțiune pe fața interioară. Valorile acestor tensiuni vor descrește de la exterior către interior trecînd prin planuri de tensiune nule. Placa de geam va rezista acestei îndoiri atîta timp cît forța exterioară de tracțiune nu va depăși limita de rezistență a geamului, adică eforturile interioare apărute nu vor depăși pe cele admisibile ale sticlei la tracțiune.

Dacă aceeași operație de îndoire se aplică la o sticlă răcită brusc, aceste două forțe interioare de compresiune și de tracțiune nu vor mai fi egale, eforturile de compresiune pe suprafețele exterioare vor crește foarte mult. Eforturile de tracțiune vor fi mult mai mici. Cum eforturile de compresiune admisibile sînt cu circa 20 de ori mai mari decît cele de tracțiune, sticla astfel securizată își crește rezistența mecanică de aproape 20 de ori.

Pe aceste schimbări a rapoartelor de rezistență se bazează securizarea geamurilor plane și curbe.

12.2.1. Fabricarea geamurilor securizate plane și curbe în poziție verticală

Primele instalații de securizare s-au făcut la geamurile plane iar ulterior la geamurile curbe pe linii verticale.

Securizarea pe verticală se desfășoară pe o instalație care are în principal următoarele elemente :

— cuptor de încălzire, încălzit pe cale electrică sau cu gaze ;

— o zonă de răcire forțată cuprinzînd două tobe simetrice alimentate de la un ventilator de mare debit și presiune. Suprafețele care vin în apropiere de sticlă au pe ele o serie de găuri cu diametre variabile în care se introduc o serie de duze din aluminiu sau cauciuc ce concentrează pe suprafața sticlei jetul de aer. Tobele de răcire au dispozitive mecanice, care le permit să se deplaseze paralel una față de cealaltă iar distanța dintre ele să poată fi reglată ;

— un transportor vertical continuu, care poate lucra în tact comandat, în funcție de faza tehnologică de execuție a operației sau un electroplan ce se deplasează, de asemenea, în poziții dinainte stabilite. Sticla se prinde cu ajutorul unor clești speciali prin presare în poziție verticală de partea ei superioară. Transportorul o introduce în cuptorul de încălzire. Cuptorul are o ușă cu deschidere automată etanșă. Sticla se încălzește omogen la o temperatură sub limita de deformație, de obicei 650°C, pe o durată de 5—7 min în funcție de

suprafaţa şi grosimea ei. După încălzire, transportul aduce sticla încălzită între jeturile de aer sub presiune de la cele două tobe de răcire. Răcirea durează de obicei 2—3 min. Presiunea aerului de răcire este de la 420 la 600 mm H_2O. Debitele folosite variază de la

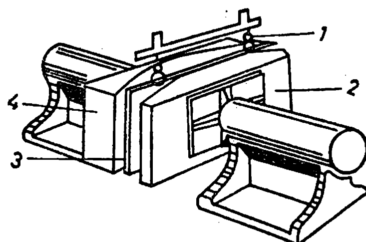


Fig. 12.1. Presă de curbare pentru geamuri securizate curbate :
1 — cleşte de prindere a benzii de geam ; 2 — matriţa de presare ; 3 — volum de sticlă ; 4 — matriţa de presare.

60 000 pînă la 100 000 m^3/h. După răcire sticla securizată este adusă de transportor într-o nouă poziţie unde se lasă fie în aer liber, fie într-un curent slab de aer puţin încălzit sau chiar rece.

Dacă se doreşte să se obţină o formă curbată se execută cîteva operaţii în plus şi anume :

— după încălzire, sticla se introduce între două matriţe curbate placate cu azbest sau ţesătură din fire de sticlă ;

— după curbare matriţa se retrage, şi prin ea, fiind prevăzută cu orificii calibrate, se pornesc jeturile de aer de răcire. La unele instalaţii, după operaţia de curbare, sticla curbată se deplasează între alte două tobe de răcire.

La producţia de masă sau serie mare se preferă primul tip de instalaţie. Cea de a doua variantă se utilizează la serii mici, matriţa de curbare fiind făcută din elemente metalice articulate cu posibilităţi de modificare a formei foarte uşoare.

Asemenea instalaţii pot securiza geamuri în grosimi de la 5 pînă la 12 mm (fig. 12.1). Productivitatea unor asemenea instalaţii este de la 30 la 120 000 m^2/an la geamuri plane şi de 15 000—75 000 m^2/an la geamuri curbate.

12.2.2. Fabricarea geamurilor securizate plane şi curbe în poziţie orizontală

Aceste linii de fabricaţie execută încălzirea şi răcirea foii în poziţie orizontală. Sticla poate să se deplaseze fie pe un covor de rulouri metalice căptuşite cu şnur de azbest sau fir de sticlă, fie pe o pernă de fluid încălzit. Aceste instalaţii în flux continuu de fabri-

cație de mare capacitate tind să se generalizeze în majoritatea fabricilor producătoare.

O asemenea instalație cuprinde în principal următoarele părți componente :

— un tunel termic executat din tronsoane care se asamblează unul cu celălalt. Tronsoanele sînt executate din tablă refractară și sînt căptușite la partea interioară cu materiale de izolație de eficiență ridicată (ciment refractar, vată minerală, țesătură de izolație).

Tunelul cuprinde 5 zone principale :

— Zona A — de introducere a foii pe cale automată ;

— Zona B — zona de încălzire cu control pirometric ;

— Zona C — zona de omogenizare termică ;

— Zona D — zona de răcire prealabilă și finală ;

— Zona E — zona de uniformizare termică a sticlei.

Un transportor continuu este executat de obicei din rulouri. În zona A ele sînt rulouri metalice ; în zona B și E ele se acoperă cu șnur din material izolator, iar viteza de deplasare a foii este diferențiată în fiecare zonă, viteza conducătoare fiind cea din zona de încălzire.

Un sistem de jeturi dirijează aerul pe ambele suprafețe ale foii de așa natură ca întreaga suprafață să fie uniform și rapid răcită. Dacă se dorește realizarea de geamuri curbe, după tunelul de încălzire se introduce un sistem de curbare similar cu cel prezentat la securizarea verticală dar foaia se curbează în poziție orizontală. După răcirea cu aer, sticla se trece printr-o instalație de răcire și spălare cu apă. Uneori în zona de încălzire se introduce un jet circular de bioxid de sulf în jurul rulourilor din zona de încălzire, care să împiedice aderența sau deformarea locală a suprafeței încălzite.

Foile se așază pe conveierul de preluare una lîngă alta, acoperind întreaga suprafață. Ele sînt supuse încălzirii și răcirii bruște într-un anumit interval de timp variabil după grosimea foilor ce urmează a se securiza. De obicei zona este încălzită cu rezistențe electrice pînă la 750°C. Durata unui ciclu de fabricație complet poate dura de la 6 la 12 min. Temperatura sticlei la intrare este de 21°C iar la ieșire de maximum 65°C. În zona de răcire distanța dintre duzele de răcire variază de la 25 pînă la 30 mm. Presiunea aerului de răcire este diferențiată la cele două suprafețe. La partea superioară presiunea este de 650—750 mm H_2O, iar la partea inferioară 450 la 500 mm H_2O. La geamurile subțiri (3 mm) presiunea ajunge la 1 500—1 600 mm H_2O.

Viteza în zone de încălzire a foii de geam este de obicei în jur de 1 m/min, iar în zona de răcire ajunge la 6—8 m/min. În tabelul 12.1. sînt date comparativ principalele caracteristici ale liniilor de fabricație europeană existente și în R.S.R. și cele de fabricație americană.

Tabelul 12.1

Caracteristicile principale ale liniilor orizontale de securizare

Denumirea parametrului	Unitate de măsură	Linii europene (Sovietice)	Linii americane (Argmstrong — Glass—Corp).
Suprafața minimă securizată	m^2	0,2	0,2
Lățimea foii, max.	m^2	1,5	1,9
Lungimea instalației	m	32,5	40
Lățimea instalației	m	1,9	2,20
Puterea instalației	kW	500	865
Grosimea sticlei securizate	mm	4—12	3,2—12
Viteza de lucru			
— încălzire	m/min	1	1
— răcire	m/min	5	5—7
Temperatura maximă de încălzire	°C	720—750	750
Presiunea maximă a aerului de răcire	mmH_2O	650—750	650—800
Producția obținută	m^2 an	700 000	1 123 000

12.3. Fabricarea geamurilor securizate de tip multistrat (triplex)

Acest produs se obține prin lipirea pe toată suprafața a două sau trei foi de sticlă. Lipirea se face folosind ca elemente de lipire o folie din polivinil butiral ideală la acest procedeu și care la 150°C într-o autoclavă se transformă devenind transparentă și cu calități superioare de adeziune. Asamblarea poate fi de forma plană sau bombată după necesități.

Acest produs prezintă proprietăți mecanice de rezistență, iar în momentul spargerii, spărturile rămîn lipite de pelicula de folie în condiții de perfectă transparență.

Liniile de fabricație cuprind următoarele părți componente :

— mașini și dispozitive de tăiere după șablon, pentru formate speciale ;

— mașină de spălat suprafața de sticlă ;
— matriță metalică de curbare a foilor perechi ;
— cuptor de curbare ;
— instalație de pregătire și derulare a foliei de polivinil butiral ;
— dispozitive de așezare a geamurilor și a foliei ;
— o instalație de prelaminare ;
— autoclavă ;
— controlul final al produsului.

Tehnologia de fabricație decurge astfel :

Foile de sticlă tăiate la dimensiunile dorite, spălate, se așază pe suport metalic cu curbura calculată funcție de curba produsului finit. Între foile ce urmează a se curba, de obicei curbîndu-se simultan cele două foi ce formează ansamblul final, se plasează un material de distanțare foarte fin (tera silica).

Foile depuse pe suporții metalici de curbare se introduc în cuptorul de curbare, care poate fi fix la producția de unicate sau conveier de curbare la producția de mare serie. La o temperatură de maximum 650°C sticlele se înmoaie și sub sarcina proprie se curbează după forma șablonului pe care sînt așezate.

După ce foile se răcesc în regim controlat, cele două foi curbate împreună se controlează după un șablon metalic de control și se prind cu cleme de strîngere.

Folia de polivinil butiral derulată într-o cameră climatizată ferită de surse de praf se așază între cele două foi curbate. Pachetul se trece apoi printre două valțuri de cauciuc care au scopul de a scoate aerul și a presa foile de folie. Apoi pachetul se introduce într-un cuptor de încălzire, unde se menține la o temperatură de pînă la 100°C pe o durată variabilă, folia devenind parțial transparentă și adezivă. După ce toate pachetele de sticlă astfel formate sînt controlate, se introduc într-o autoclavă unde la o temperatură de 200°C și presiune redusă are loc transformarea finală a foliei de polivinil butiral și obținerea produsului finit.

După scoaterea foilor din autoclavă acestea se supun unui proces de calmare (răcire în mediu controlat) după care produsul se controlează ca dimensiuni, formate și caracteristici optice și se ambalează.

Capacitatea de producție a liniilor de fabricație a geamurilor multistrat variază între 100 000 și 300 000 m^2/an. Dimensiunile produse sînt limitate de gabaritul interior al autoclavei. Curent aceste produse nu depășesc o suprafață de 2 m^2/buc. Grosimea produsului este variabilă de la 5 mm pînă la 18 mm.

Grosimea foliei folosite poate fi de 0,36 ; 0,5 ; 0,76 mm. Geamul plan folosit este un geam selecționat cu distorsiuni optice foarte reduse.

Dacă folia are proprietăți absorbante, acestea se transmit produsului finit care capătă și el proprietăți reflectorizante sau absorbante după calitatea foliei folosite și a sticlei introduse la fabricarea produsului multistrat.

Pe acest principiu făcînd aceste operații cu trei foi de sticlă și două straturi de folie sau *n* straturi de sticlă și (*n*-1) straturi de folie se obțin sticlele multistrat cu destinație de protecție specială.

Ele au dezavantajul că transmisia luminii se reduce.

Fabricarea geamurilor dublu izolatoare

13.1. Principiile de fabricație

Creșterea exigențelor în cea ce privește sticla plană pentru construcție a obligat pe producători să caute noi soluții care să confere produsului calități superioare de izolație fonică și termică. Creșterea suprafețelor acoperite cu geamuri plane a dus la realizarea de soluții arhitectonice deosebite. Datorită calităților slabe de izolant termic și fonic ale sticlei simple au apărut mari pierderi de căldură și totodată efecte sonore neplăcute.

Din necesitatea de a se ameliora calitățile termice și fonice fabricanții au introdus în producție geamurile dublu izolatoare. În principiu un geam dublu izolant este constituit din două foi de sticlă plane, distanțate una de alta prin intermediul unui distanțier, lipit de cele două foi de sticlă. Se realizează astfel între cele două foi un interspațiu cu aer uscat cu calități de izolator fonic și termic.

Suprafețele interioare ale celor două foi de sticlă astfel constituite trebuie să rămînă curate și perfect transparente pe o perioadă de mai mulți ani, cît este garantat produsul. Pe perioada de garanție între cele două foi pe suprafața lor interioară nu trebuie să se depună praf, condens sau alte fenomene susceptibile să reducă transparența acestui ansamblu de geamuri.

Prin această soluție se ameliorează calitățile termice și fonice ale produsului.

Coeficientul de transmisie h al unei suprafețe este densitatea fluxului de căldură care se schimbă între aer și perete prin radiație și convecție pentru o diferență de temperatură de 1°C între aer și perete. Coeficientul de transmisie diferă pentru suprafața interioară a peretelui și suprafața exterioară a peretelui. El se măsoară în $kcal/m^2 \cdot h \cdot grd$.

De obicei $h_i = 7$ kcal/m²·h·°C

$h_e = 18$ kcal/m²·h·°C corespunzător unui vînt cu o viteză de la 2 la 3 m/s.

Coeficientul de transmisie globală al unui perete se calculează cu formula :

$$k_f = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}} \tag{13.1}$$

în care : h_i şi h_e sînt coeficienţii de transmisie ai suprafeţelor interioare şi exterioare ;

e este grosimea peretelui, în m ;

λ — coeficent de conducţie. La sticlă se consideră de obicei 0,864 kcal/m·h·°C.

Rezistenţa termică este de obicei inversul coeficientului de transmisie :

$$r_i = \frac{1}{h_i}, \tag{13.2}$$

$$r_e = \frac{1}{h_e}. \tag{13.3}$$

În cazul unui geam simplu, în grosime de 3 mm, rezistenţa termică a acestuia se poate lua ca suma

$$r_i + r_e = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = \frac{1}{7} + \frac{1}{18} = 0{,}20 \text{ m}^2\cdot\text{h}\cdot{}^\circ\text{C/kcal}. \tag{13.4}$$

Coeficientul de transmisie globală ia valoarea din formula (13.5) :

$$k_f = \frac{1}{r} = \frac{1}{0{,}20} = 5 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot{}^\circ\text{C}. \tag{13.5}$$

Dacă se face acelaşi raţionament la un geam dublu izolator cu distanţa între foi de 4,5 mm se ajunge la următorul rezultat :

— schimbul superficial dintre suprafeţele exterioare ale celor două foi va fi de :

$$r_i + r_e = 0{,}20 \text{ m}^2\cdot\text{h}\cdot{}^\circ\text{C/kcal} \tag{13.6}$$

— lama de aer uscat de 4,8 mm cuprinsă între cele două foi va avea rezistenţa termică r_a cu valoarea din formula :

$$r_a = \frac{1}{7} = 0{,}14 \text{ m}^2\cdot\text{h}\cdot{}^\circ\text{C/kcal}. \tag{13.7}$$

Coeficientul global de transmisie al panoului dublu izolator va avea următoarea valoare :

$$k_f = \frac{1}{0{,}20+0{,}14} = 2{,}8 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot{}^\circ\text{C}.$$

De aici se observă cum caracterul de izolator termic al panoului dublu izolant se îmbunătățește deosebit de mult.

Din calculele făcute de diferite firme, folosirea geamului dublu izolator în construcții prezintă deosebite avantaje iar costul suplimentar rezultat din executarea acestor panouri în comparație cu folosirea geamului simplu se recuperează în numai trei ani prin economia de căldură (combustibil) care se realizează în această perioadă.

În afara acestor avantaje, geamul dublu izolator duce la înlăturarea efectului de condensare care apare pe vitrine în perioadele reci ale anului ca și efectul de perete rece deosebit de neplăcut. În plus, aceste geamuri dublu izolatoare duc și la reducerea zgomotului creînd un plus de confort acustic. Un panou de acest tip cu grosimea lamei de aer de 12 mm poate realiza o atenuare a zgomotelor de la fața exterioară la fața interioară de la 34 pînă la 37 dB. Datorită acestor calități începînd din perioada anilor 1935—1940 acest produs sub diferite forme a apărut în Europa și în Statele Unite. După 1945 dezvoltarea lui a fost deosebită ajungînd ca după anul 1970 consumul să crească deosebit. El se comercializează sub diferite denumiri după diferiți producători ai lui.

Fabricația inițială a început prin realizarea etanșeizării cu masticuri sau lianți normali. Odată cu perfecționarea aliajelor neferoase se răspîndește procedeul de metalizare și sudură metal-sticlă. În ultima perioadă odată cu progresele deosebite realizate în fabricarea chiturilor de lipire și etanșare, procedeul de fabricare prin lipire cu chituri se dezvoltă din nou.

În țara noastră primele produse de acest tip s-au fabricat la Scăieni în perioada 1958—1968. După anul 1972 se dezvoltă această producție prin tehnologia metalizării și sudurii (sudarea distanțierului metalic de stratul metalizat depus pe sticlă).

13.2. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin lipire

Realizarea unei lipituri etanșe și rezistente este o problemă dificilă deoarece acest produs este supus la diferite solicitări. Solicitările mecanice apar atît la transport cît și pe perioada de exploatare.

Montat într-o construcție, trebuie știut că geamul primește vibrații de la clădire și acesta vibrează de două ori mai mult la partea sa superioară față de partea inferioară.

Solicitările termice duc la dilatări și contracții. La un ansamblu de aluminiu și sticlă dilatările termice pot ajunge la 0,64 mm/m, iar contracțiile la 0,56 mm/m.

Pereții de sticlă joacă și rolul unor membrane, ei lucrînd la depresiune/suprapresiune după variațiile barometrice ale climei. La solicitările mecanice trebuie adăugate fenomenul de îmbătrînire care apare frecvent la unele materiale ; pierderea aderenței și a coeziunii chitului folosit ca și pierderea elasticității chitului de lipire. Solicitările chimice sînt cele mai periculoase, ele pot să ducă la deteriorarea calităților de adeziune a chiturilor sub acțiunea razelor ultraviolete, a vaporilor de apă, a diferitelor particule chimice din atmosferă etc.

La această tehnologie un geam dublu izolant se compune din următoarele elemente :

— două foi de sticlă plană ;

— rama distanțier — sau tub distanțier ;

— produsele desicante (pentru absorbția vaporilor de apă din interior) ;

— chitul de lipire al distanțierului de suprafața sticlei ;

— manșonul exterior (uneori).

Geamul folosit în grosimi de 4 sau 5 mm poate să fie geam tras, geam șlefuit, geam ornament simplu sau securizat.

Materialul pentru distanțiere poate fi de obicei din oțel galvanizat, aluminiu extrudat, aluminiu profilat. Distanțierele din PVC sau cauciuc vulcanizat de obicei nu au dat rezultate și au fost abandonate.

Oțelul galvanizat are o serie de avantaje ca :

— alungire (dilatare mică) (0,14—0,16) mm/ml ;

— buna rigiditate ;

— o foarte bună aderență pentru lipire ;

— toleranțe mici în grosime.

Prezintă însă dezavantajul unor costuri din cele mai ridicate.

Aluminiul profilat sau extrudat are o serie de avantaje economice dar are coeficientul de dilatație și contracție ridicat (0,56—0,64 mm/m), o mai slabă rigiditate și aderență decît oțelul. Dacă se compară coeficientul de dilatație la trei materiale utilizate, ei au următoarele valori :

— sticlă șlefuită $= 8 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}

— oțel $= 12 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}

— aluminiu $= 24 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1}

Materialele pentru lipire folosite de obicei în prezent sînt : izobutilena (izopren) sau polisulfidele combinate cu rășini epoxidice sau poliuretanice.

Chiturile pe bază de izobutilenă cu cel mai ridicat preț nu dau fenomene de îmbătrînire prematură, se dizolvă foarte greu, au puterea de adeziune și coeziunea ridicată și indicele VTM (indicele de transmisie al vaporilor de apă), practic neglijabile. Celelalte chituri deși la prețuri mai reduse au dezavantajul unei îmbătrîniri mai rapide, sensibilitate la anumiți agenți chimici ci un indice VMT ridicat (Vaporr, Moisture-Transmission). Din aceste considerente se renunță la aceste chituri din ce în ce mai mult.

Materialele desicante au menirea ca introduse între foi să adsoarbă umiditatea conținută de volumul de aer cuprins între pereții panoului. De obicei se folosește o silice amorfă pură, anhidră denumită silicagel.

Tehnologia de fabricare de obicei este simplă folosind multă muncă manuală și dispozitive de lucru.

Sticla se taie la dimensiunile solicitate, apoi se lipește pe una din foi distanțierul, se aduce a doua foaie care se lipește de distanțier cu chit, iar apoi cu ajutorul unor pompe de injecție specializate se introduce pe la exterior chitul de lipire sub presiune. Se execută uscarea sau tratamentul adecvat după chitul folosit. La interior se introduce în tuburi cantitățile necesare de silicagel.

După mărimea formatelor se poate monta și la exterior pe margine o manta de protecție (teacă) din metal care să ușureze transportul și să crească rezistența produsului la solicitările mecanice.

13.2.1. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin metalizare și sudură

Un asemenea geam dublu izolator cuprinde următoarele elemente :

— două foi de sticlă ;

— distanțier metalic din aliaje neferoase.

Sticla folosită este de aceeași calitate ca și la celălalt procedeu. Distanțierul de obicei se execută dintr-un aliaj de plumb, cositor și bismut sub forma unui profil extrudat, cu o decapare la suprafață. Grosimea distanțierului este de 9 sau 12 mm. La comenzi speciale se poate folosi un distanțier mai puțin gros (5—6 mm). Tehnologia de fabricație este în principal următoarea :

Foile de sticlă perechi se taie la dimensiunile dorite. După aceea pe tot perimetrul la fețe interioare cu o lățime pînă la un centimetru se *depune prin metalizare un strat subțire de cupru*. Operația se face pe un conveier continuu, unde se alimentează cu bare de cupru groase, un cap de metalizare fix și care depune particule de metal pe marginea foii. Perimetrul foii pe interior este deplasat succesiv pe sub capul de metalizare. Se realizează o peliculă continuă de cupru metalic pe suprafața interioară a sticlei. Se sudează apoi distanțierul de pelicula metalizată. Pentru sudură se folosește o sîrmă din aliaj de cupru, cositor, bismut într-o flacără produsă de arderea propanului în oxigen. Operația se face pe cale manuală cu dispozitive de ghidare și alte dispozitive ajutătoare. Se așază apoi cea de a doua foaie, care are de jur împrejur o peliculă de cupru depusă prin metalizare și apoi cu același sistem se execută sudura definitivă. Printr-un orificiu lăsat în distanțierul metalic se introduce în interior aer uscat și apoi orificiul se închide prin lipire.

După această operație se face un control cu lichide colorate pentru verificarea etanșeității produsului.

În acest sistem se pot realiza suprafețe pînă la 6 m^2.

Produsul se execută cu dificultate. Se cer toleranțe foarte strînse la grosimea geamului și dimensiunile distanțierului metalic. Materialele metalice de foarte bună calitate asigură totuși calități foarte bune produsului. Prețul acestuia este mai ridicat decît la procedeul de lipire cu chituri.

13.3. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin lipire sticlă pe sticlă

Procedeul este deosebit de modern, fiind introdus în fabricație după anul 1960. Firma Saint-Gobain l-a introdus și comercializat sub numele comercial Tegé. De obicei grosimea lui totală este de 11,2 mm. Coeficientul global de transmisie $k=2{,}8$ kcal/$m^2 \cdot h \cdot °C$ iar coeficientul de atenuare fonică Q de 34 dB.

Foile de sticlă prin încălzirea marginilor se curbează una către cealaltă. Apoi prin presarea la cald cu dispozitive de presare se realizează lipirea celor două margini. În acest fel se obține o margine curbă continuă etanșă. Piesa în rotație se deplasează prin fața unor arzătoare care o încălzesc la cusătură.

După sudura celor două piese, marginea sudată este supusă unui tratament de detensionare în cuptoare cu încălzire electrică. Acest

tip de produs tinde să se generalizeze, datorită avantajelor deosebite care le prezintă şi anume :

— costuri reduse de fabricaţie ;
— eliminarea elementelor intermediare din metal ;
— durata de garanţie practic nelimitată ;
— perfecta etanşeitate şi comportare deosebit de bună la vibraţii.

Materialul prezintă însă un plus de fragilitate şi necesită precauţii deosebite la montaj, transport şi manipulare. Producerea lui este economic avantajoasă dacă seria de fabricaţie la aceeaşi dimensiune este foarte mare.

Fabricarea oglinzilor

14.1. Principii de fabricare a oglinzilor

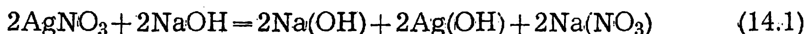
Oglinda ca obiect de podoabă este cunoscută din cele mai vechi timpuri. În secolul al XIX-lea şi al XX-lea industria oglinzilor a suferit o revoluţie tehnică deosebită, trecîndu-se de la procedeele manuale la marea producţie industrială pe linii de mare capacitate.

Ca principiu, pe suprafaţa de sticlă se depune un strat de argint obţinut printr-o succesiune de reacţii chimice, peste care se aşază apoi pelicule protectoare metalice şi pelicule opace. Reacţiile se desfăşoară în condiţii termice controlate.

De obicei, se prepară o soluţie de azotat de argint cu apă demineralizată cu grad ridicat de puritate şi cu amoniac şi o soluţie de hidroxid de sodiu cu amoniac. În practică se amestecă întîi azotatul de argint cu apă şi apoi se adaugă amoniacul. Aceste două soluţii sînt utilizate pentru argintare.

Pentru reducere se foloseşte, de obicei, zahăr în soluţie cu acid sulfuric şi aldehidă formică.

Reacţiile care au loc se desfăşoară de obicei în următoarea formă :



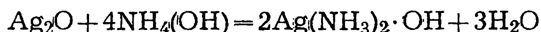
$$2AgNO_3+2NaOH=2Na(OH)+2Ag(OH)+2Na(NO_3) \qquad (14.1)$$

Hidroxidul de argint este instabil şi se descompune



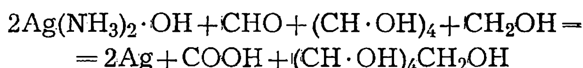
$$2Ag(OH)=Ag_2O+H_2O \qquad (14.2)$$

Prin adăugarea de amoniac se formează complexul argintoamoniacal



$$Ag_2O+4NH_4(OH)=2Ag(NH_3)_2\cdot OH+3H_2O$$

Complexul arginto-amoniacal se reduce prin adăugarea soluției reducătoare (glucoza și formaldehidă în mediu acid)



$$2Ag(NH_3)_2 \cdot OH + CHO + (CH \cdot OH)_4 + CH_2OH =$$
$$= 2Ag + COOH + (CH \cdot OH)_4CH_2OH$$

Pelicula metalică de cupru se obține prin reducerea unei soluții de sulfat de cupru cu praf de zinc pulbere și se depune peste pelicula de argint. De obicei înaintea începerii operației de argintare se face o activare a suprafeței de sticlă folosind o soluție de clorură de staniu.

Pentru protecția particulelor se folosește unul sau mai multe straturi de lacuri de protecție. Inițial se făcea o protecție cu lacuri pe bază de rășini bituminoase dar odată cu perfecționarea rășinilor sintetice lacurile încep să se prepare folosind rășinile sintetice.

Se mai pot obține oglinzi pe cale manuală folosind un amestec de mercur și cositor, dar cu timpul această tehnologie deosebit de periculoasă datorită prezenței vaporilor de mercur a fost abandonată. Odată cu perfecționarea tehnologiei vidului își face loc din ce în ce mai mult tehnologia depunerii de straturi metalice prin vaporizare și depunere în vid. Pe scară largă la acest procedeu se folosește aluminiul, care înlocuiește total argintul în realizarea stratului reflectorizant.

14.2. Instalații folosite la fabricarea oglinzilor

14.2.1. **Linii continue de fabricarea oglinzilor (conveiere)**

Aceste instalații asigură o producție continuă de calitate în condiții de economicitate.

O asemenea linie conține în principal următoarele elemente în succesiunea fluxului tehnologic :

— un transportor cu rulouri metalice căptușite cu segmenți de cauciuc acționat de la un grup de acționare cu posibilități de reglare a vitezei de lucru. Lungimea acestuia poate varia de la 50—80 m ;

— partea de așezare a geamului. De obicei aici se prevăd dispozitive cu ventuze sau basculante care să alimenteze foaia de geam pe rulourile transportorului ;

— partea de precurățire — lustruire ;

— mașina de spălat și stanare (activare) a suprafeței de sticlă ;

— zona de stropire cu apă caldă ;

— cabina de argintare ;

— zona liberă de control a argintării ;
— cabina de cuprare ;
— zona de uscare prin suflare cu aer ;
— zona de uscare ;
— zona de lăcuire ;
— zona liberă pentru evaporarea părţilor volatile ale lacului de protecţie ;
— zona de uscare a lacului şi de absorbţie a vaporilor din lacuri;
— zona liberă de prerăcire a geamului după uscare ;
— zona de răcire cu aer ;
— zona de spălare şi curăţire ;
— zona de uscare cu aer ;
— zona de preluare.

Ca anexe la conveier există instalaţii de preparare a apei demineralizate, instalaţii de compresoare cu sisteme de filtrare, care să împiedice pătrunderea uleiului în soluţii şi instalaţia de preparare a soluţiilor cu sistemul de pompare, instalaţia de recuperare a soluţiilor folosite în argintare.

Procesul de producţie se desfăşoară în felul următor :

Foaia de sticlă se aşază pe rolele transportorului. Ea se deplasează intrînd sub două rînduri de perii cilindrice care se rotesc în jurul axei proprii şi în paralel suportul lor de susţinere execută o mişcare rectilinie alternativă. Curăţirea se face aducînd în zona periilor prin pompare (pulverizare) o soluţie fie de oxid de ceriu, fie de oxid roşu de fier pentru polizare. Foaia suportă apoi o spălare după care intervin din nou două rînduri de perii cilindrice care execută curăţirea suprafeţei şi aplicarea unei soluţii de clorură stanoasă (100 g clorură la 100 l de apă). Ultimele rînduri de perii înlătură această soluţie.

Foaia de sticlă se spală apoi cu apa demineralizată caldă şi se introduce în cabina de argintare. Aici există şi 3 pistoale duble care pulverizează soluţiile de argintare.

În practică se utilizează următoarele soluţii :

Soluţia I — 430 g azotat de argint şi 630 cm^3 amoniac.

Soluţia II — 390 g hidroxid de sodiu şi 350 cm^3 amoniac.

Aceste două soluţii se pulverizează odată cu soluţia de reducere din 245 g dextroză, 17 cm^3 acid sulfuric şi 42 cm^3 formaldehidă. Nămolul care rezultă după această operaţie este colectat şi recuperat. În aceeaşi cabină pe un pod de susţinere sînt montate pistoale care pulverizează apa ce înlătură urmele de nămol de la argintare. Pistolul acţionat prin lanţ execută o deplasare transversală perpendiculară pe direcţia de înaintare a foii de geam. Urmează apoi operaţia de cuprare, care se execută într-o cabină închisă. Există aici două

poduri prevăzute cu pistoale de pulverizare care execută o deplasare transversală față de direcția de înaintare. Pulberea de zinc (200 g praf de zinc la 100 l de apă) este pompată de la un rezervor ținut în permanență în stare de agitare, la duzele de pulverizare, iar soluția de sulfat de cupru (300 g sulfat de cupru, 200 cm^3 acid sulfuric la 100 l de apă) la alt rînd de duze (pistoale) de pulverizare. Din reacție rezultă o peliculă continuă de cupru metalic care aderă pe pelicula de argint. După ce se execută o nouă spălare cu jet de apă urmează o operație de uscare, aerul fiind insuflat pe ambele părți ale foii de la o suflantă de aer.

Sticla spălată se usucă apoi folosind surse de radiație cu raze infraroșii.

Odată operația de uscare terminată, se începe operația de lăcuire, la care se pot adopta două variante tehnologice :

— tehnologia prin pulverizare (dublă lăcuire) ;

— tehnologia prin perdea de lac.

În tehnologia de lăcuire prin pulverizare lacul se aplică de obicei cu ajutorul unor pistoale în două straturi. Primul strat joacă rol de lac de protecție iar al doilea de lac de acoperire.

Pulverizarea se face folosind pistoale cu deplasarea transversală față de direcția de înaintare a foii de sticlă.

Se aplică întîi lacul de protecție. Lacul pe bază de rășină sintetică, dizolvat cu 25—30% paraxilen se pulverizează realizîndu-se un strat cu grosime de 15—20 μ. Stratul se supune apoi la uscare într-un tunel încălzit cu radiații la 100°C și pe o durată de 10 min.

Urmează apoi a doua zonă unde se execută o lăcuire de acoperire printr-o tehnologie similară, realizînd un al doilea strat de acoperire. Urmează apoi o zonă de vaporizare unde părțile volatile ale lacului se evaporă. Se continuă apoi uscarea într-un tunel la o temperatură de 120°C pe o durată de 5—6 min. Lacul capătă duritatea dorită.

Urmează apoi o răcire liberă scurtă și apoi o răcire forțată care aduce geamul la temperatura mediului ambiant.

Oglinda se spală cu apă rece după care se execută o ultimă spălare cu soluție de clorură ferică și uscare, după care oglinda se poate tăia, prelucra și ambala.

Acoperirea prin perdea de lac se execută cu un singur lac. Instalația cuprinde o pompă de construcție specială care alimentează un cap de distribuție prevăzut cu o fantă transversală lată cît lățimea foii de sticlă. Foaia de sticlă pe un transportor specializat căruia i se pot imprima diferite viteze, trece cu viteză ridicată prin perdeaua de lac ce se formează pe sub fanta capului de distribuție. Lacul aderă

la suprafaţa sticlei continuu, iar restul cade într-un bazin de colectare de unde este reintrodus în circuitul de lucru.

Reglarea peliculei de lac se face variind grosimea fantei, viteza de deplasare a foii de sticlă şi viscozitatea lacului folosit.

De obicei se foloseşte o diluţie de 25% cu ortoxilen sau paraxilen. Stratul ajunge pînă la o grosime de 50 μ. Durata de uscare a acestuia este de 5 min la o temperatură de 120°C. Uscarea se face numai în cuptoare tunel cu încălzire cu radianţi. După lăcuire, tehnologia de fabricaţie şi la aceste variante este similară cu cea descrisă anterior.

Asemenea conveiere în flux continuu pot realiza, de obicei, parametrii tehnico-economici arătaţi în tabelul 14.1.

Tabelul 14.1

Caracteristicile tehnice principale ale liniei de fabricat oglinzi prin procedee continue

Capacitate de producţie, m²/an efectivi	600–1 000
Viteză de lucru a conveierelor, m/min	0,5–1–1,5
Lăţimi de lucru favorabile, m	1,6–1,8
Consum de azotat de argint, g/m²	6–7
Grosimea peliculei de argint, μ	100–200
Consum de argint pur, g/m²	1
Consum de sulfat de cupru, g/m²	20–30
Consum de pulbere de zinc, g/m²	
Consum de apă demineralizată, l/m²	12–15
Grosimea peliculei de lac folosită, μ	40–80
Consum specific de lac:	
— varianta pulverizare,	200–250
— perdea de lac, g/m²	150–180

Se remarcă faptul că în ultima perioadă în procesul de fabricaţie azotatul de argint se înlocuieşte parţial cu aliaje neferoase complexe care au redus consumul de azotat de argint pînă la 2 g/m².

14.2.2. Instalaţii discontinue de fabricare a oglinzilor

14.2.2.1. Instalaţii discontinue de fabricat oglinzi plane sau curbe cu depunere de argint şi protejate cu lac. Aceste instalaţii folosesc fie turnarea pe cale manuală a soluţiilor fie cu ajutorul unor dispozitive de turnare. Soluţiile folosite sînt următoarele :

— o soluţie cuprinde 5 g azotat de argint, 500 cm³ apă distilată, 30 cm³ amoniac 10% şi 10 g hidroxid de sodiu ;

— o a doua soluţie de reducere, formată din 2 000 cm³ apă distilată, 500 g dextroză, 6 cm³ (63%) amoniac şi 0,9 cm³ iod pur.

Se lucrează de obicei cu raport de 50% şi 50% din ambele soluţii. La piesele cu forme de revoluţie, se aşază piesa pe un suport în mişcare de rotaţie într-o cabină închisă. La partea superioară prin două duze orizontale se aduc cele două soluţii sub presiune sub un jet de aer distribuit de o duză plasată între vîrfurile celor două duze de injecţii a soluţiilor. În acest fel se amestecă cele două soluţii care sînt dirijate cu un aer comprimat pe corpul supus argintării. După depunerea peliculei de argint, sticla argintată se protejează cu o peliculă de silicat de aluminiu, prin pulverizare cu un piston cu aer comprimat.

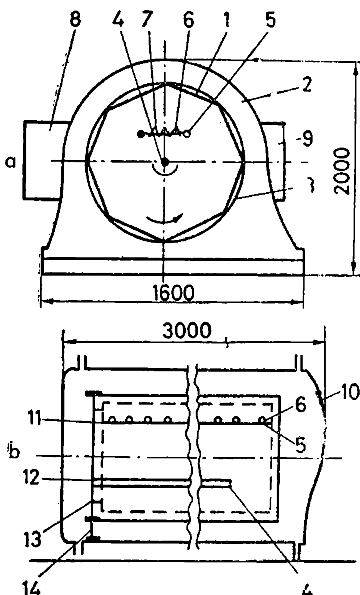


Fig. 14.1. Instalaţie de fabricare oglinzi prin vaporizare în vid tip U.V.Z.M. :

a — secţiune transversală prin cabina de depunere ; *b* — secţiune longitudinală prin cabina de depunere ; *1* — foi de sticlă ; *2* — carcasă fixă ; *3* — carcasa suport rotativă ; *4* — conducta de ionizare ; *5* — suport ; *6, 7* — fir de susţinere din wolfram a foliei de aluminiu ; *8* — instalaţie de vacuum ; *9* — panou electric ; *10* — hublou de vizitare ; *11, 12* — racorduri electrice ; *13* — coroană dinţată ; *14* — pinion de acţionare.

Uscarea se face în etuve staţionare. Încălzirea primară se face de obicei încet pe o durată de aproximativ 2 ore pînă la 200°C iar apoi se menţine la o temperatură constantă în etuvă, încă o durată de 4 ore.

La unele instalaţii etuva se poate înlocui cu cuptoare de uscare de diferite tipuri din zidărie sau metal.

14.2.2.2. **Instalaţii de fabricare a oglinzilor prin depunere de metal prin metoda vaporizării şi depunerii în vid.** La acest tip de instalaţii, stratul de argint este înlocuit cu o depunere metalică, realizată într-o instalaţie specializată. Aceste instalaţii se prezintă în două variante ;

— Varianta la care piesa ce se va acoperi este într-o mişcare de rotaţie, varianta folosită curent la fabricarea oglinzilor plane. Ca principiu acest tip de instalaţie cuprinde (fig. 14.1) :

— o carcasă fixă racordată la o instalaţie de producere a vidului ;

— o carcasă mobilă în interiorul celei fixe de secţiune hexagonală pe fiecare latură a hexagonului existînd un sistem de aşezare fixă

a geamului și acționată la capăt printr-o coroană dințată. Carcasa mobilă execută o mișcare de rotație în jurul axei orizontale ;

— un suport de susținere din fire de wolfram (fix) ;

— conducte de ionizare ;

— rezistență de încălzire care susține foițele de aluminiu supuse vaporizării.

Carcasa mobilă are de obicei o rotație cu o viteză de 3 pînă la 4 rot/min. De obicei foile de geam supuse acoperirii au dimensiunea maximă de 1,6×0,5 m. Se așază gata prelucrate la margini și bine spălate în carcasa rotativă. Pe suportul de wolfram se așază foile de aluminiu supuse vaporizării cu o grosime de 0,1 mm. În centrul etuvei se află un filtru electronic al atmosferei interioare. Carcasa se închide perfect etanș cu ajutorul unei uși laterale.

Instalația de producere a vidului cuprinde, de obicei, o pompă de vacuum cu ulei, care realizează o depresiune de $9 \cdot 10^{-4}$ at și o pompă de difuzie. Filtrarea prin ionizare se face la o tensiune de 3 000 V și un curent de 3,5 A.

Vaporizarea foliei de aluminiu se realizează de obicei la o tensiune de 3—6 V și un curent de 50—60 A.

Ciclul de fabricație durează 18—20 m prin intermitență. Procesul tehnologic decurge în felul următor :

— se încarcă suportul cu folia de aluminiu necesară ;

— se așază geamurile gata pregătite pe suportul mobil care se poate roti și se începe rotirea acestuia ;

— se inchide ușa de etanșare și se pornește filtrul de ionizare. Durata curățirii volumului prin ionizare durează 2—3 min.

După aceasta începe prima operație de vacuumare pînă la 10^{-4} at. Urmează apoi încălzirea firului de wolfram la 60 A și 3 V. În toată această perioadă suportul mobil este pus în mișcare de rotație (4 rot/min).

Odată cu vaporizarea foliei de aluminiu, particule mici metalice se depun pe suprafața interioară a foilor în rotație.

După terminarea operației de depunere care se urmărește tot timpul printr-un vizor special, se deschide carcasa și se scot afară foile pe care s-au depus particulele de aluminiu, după care se supun unui proces de lăcuire prin pulverizare și de urcare în etuve speciale.

O asemenea instalație de tip U.V.7.M. P.K.B. Riga — U.R.S.S poate produce 650 m^2/24 ore. Suprafața maximă aluminizată este de 1,6×0,5 m^2. Consumul de aluminiu este de 3 g aluminiu pur/m^2. Datorită acestui consum redus de aluminiu acest tip de oglinzi tinde să înlocuiască pe scară tot mai largă procedeul de argintare cu depunere de argint.

Fabricarea firelor și fibrelor de sticlă

15.1. Generalități. Descrierea procedeelor de fabricație

Sticla, material deformabil la cald, prezintă o mare aptitudine de a se trage sub formă de baghete sau filamente. Prin topirea sticlei și apoi transformarea acesteia în fire cu secțiune rotundă se obțin fire cu calități mecanice deosebite (rezistență deosebită la alungire și calități estetice). Se pot obține diametre de la 1 μ (1/1 000 mm), ceea ce permite ca dintr-un kg de sticlă să se obțină 4 000 km de fir, la o viteză de tragere ce poate ajunge pînă la 180 km/h, adică 50 m/s.

Primele fire de sticlă au apărut de mult în lume. O fabricație industrială a început în a doua parte a secolului al XIX-lea. Primele țesături de fire au apărut în anul 1893, prezentate de firma „Libbey Ovens". În prezent firele de sticlă au căpătat o folosire deosebită industrială datorită în principal următoarelor calități :

— o suprafață specifică mare pe unitate. Porozitatea fiind de la 92 la 99,8% cu o greutate specifică de la 5 la 200 kg/m^3. Această proprietate conferă firelor din sticlă calități izolatoare deosebite ;

— firele de sticlă nu sînt combustibile, punctul de înmuiere variind de la 500 la 1000°C. Acest fapt conferă calități izolante superioare produselor fabricate din fire de sticlă ;

— au caracteristici de absorbție fonică ;

— o rezistență chimică superioară la agenții chimici corozivi ;

— au caracteristici fizice superioare (alungire redusă, rezistență la întindere ridicată). Firele continue, tratate chimic se pot răsuci și țese. În combinare cu poliesteri se pot obține produse capabile să înlocuiască metalele și plăcile de oțel. În domeniul maselor plastice, firele de sticlă, sub diferite forme (țesute, tocate) dau acestora proprietăți mecanice superioare.

După modul lor de folosire firele de sticlă se clasifică în două grupe mari :

— fire de sticlă continue, cunoscute în general sub denumirea de fire „textile". Ele se obţin la un preţ ridicat, dar au rezistenţe mecanice mai bune ;

— fire de sticlă pentru izolaţie, în general cunoscute sub denumirea de „vată de sticlă".

După principiile de fabricaţie, se poate face următoarea clasificare :

— tragere mecanică — pe tambur — din filamente continue sau discontinue ;

— fibrilizare prin centrifugare ;

— fibrilizare prin procedee combinate — tragere sau pulverizare prin fluide sau gaze calde.

Procedeele industriale combină în general aceste principii de fabricaţie şi ele au apărut după primul război mondial. Primele brevete (Gossler) au apărut în jurul anilor 1920—1921. Ulterior au apărut şi alte numeroase brevete în acest domeniu.

Procedeele de tragere mecanică, utilizate industrial în prezent, sînt procedeele Gossler şi Schuller, prezentate în fig. 15.1, *a* şi *b*.

Procedeul Gossler are la bază alimentarea cu cioburi de sticlă într-un cuptor cu încălzire electrică, prevăzut la partea inferioară cu orificii calibrate. Firele trase vertical se înfăşoară pe un tambur cu diametrul de la 250 la 300 mm. Se pot obţine astfel fire lungi

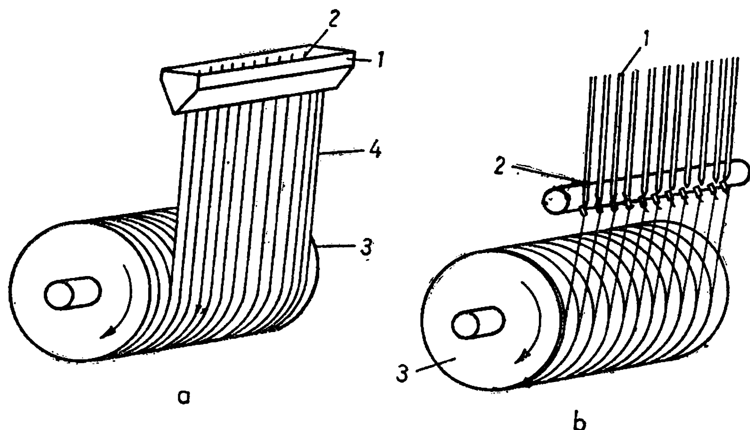


Fig. 15.1. Procedeul de tragere Gossler *(a)*. Tragerea firului din baghete (Schuller) *(b)* :

1 — cuptor electric ; 2 — cioburi ; 3 — tambur ; 4 — fir de sticlă.

cu grosime de la 14 la 25 μ. Viteza de tragere ajunge la 10—20 m/s. Debitul de sticlă este totuşi limitat la 120 kg/zi. Firele nu au calităţi textile, nu se pot răsuci satisfăcător şi se utilizează cu precădere la izolaţii termice şi fonice.

Procedeul Schuller pleacă de la materia primă sub formă de baghetă calibrată de 5—6 mm, iar încălzirea baghetei se face fie pe cale electrică prin rezistenţă, fie cu gaz natural. Fibrele produse prin acest procedeu au diametrul de la 12μ pînă la 16μ. Fibrele produse prin acest procedeu au calităţi textile ceva mai bune, putînd fi folosite la unele ţesături şi la împîslituri cu caracter de izolaţie.

15.2. Fabricarea firelor de sticlă din bile de sticlă

15.2.1. Fabricarea firelor de sticlă din bile prin tragere continuă

Fabricarea firelor de sticlă se execută pornind de la un semifabricat, bilele din sticlă cu diametrul variabil de 1—2 cm. Filamentul elementar continuu poate avea o grosime de la 5 la 12 μ. Sticla

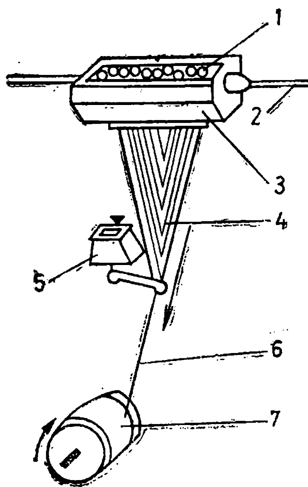


Fig. 15.2. Tragerea firului continuu.

folosită este de obicei o sticlă borosilicatică cu un conţinut de alcalii pînă la maximum 1%.

Bilele se alimentează mecanizat în cuptorul filieră *3*, fig. 15.2. Cuptorul filieră execută topirea bilelor de sticlă la o temperatură pînă la 1 200°C. Topirea se execută folosind ca sursă de energie, energia electrică. Sticla topită curge prin ochiurile filierei *3*, dînd naştere

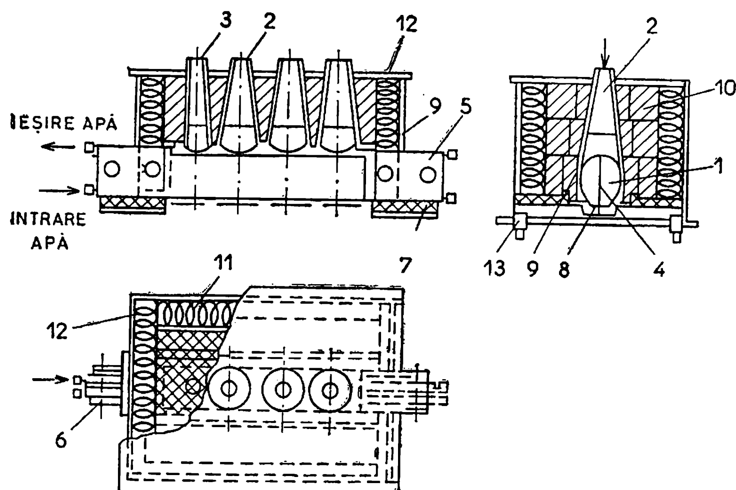


Fig. 15.3. Cuptor filieră (secţiune longitudinală ; secţiune transversală ; vedere în plan) :

1 — rezervor ; *2* — tuburi de încărcare ; *3* — tub de introducere al acului de control nivel ; *4* — rezistenţă de încălzire ; *5* — bare de alimentare curent ; *6* — şurub de strîngere ; *7* — suport din şamotă ; *8* — orificiu calibrat ; *9* — material de umplutură ; *10* — zidărie refractară ; *11* — rezistenţă de încălzire ; *12* — vată de izolaţie ; *13* — bolţuri reglaj.

la o grupare de filamente elementare *4*, care sînt colectate şi tratate prin instalaţia de ancolare *5*. Se obţine astfel un fir *6*, care este înfăşurat şi tras pe tamburul 7 ce are o rotaţie în jurul axei sale cu posibilităţi de reglare a acestei turaţii.

În aceste condiţii se obţine un fir continuu de sticlă în bobine, denumit „strend". Utilajul principal este cuptorul filieră *3* care se prezintă detaliat în fig. 15.3. Conform desenului el conţine un rezervor cu pereţii din aliaj de platin şi iridiu, care are la partea inferioară nişte orificii calibrate din acelaşi aliaj cu un diametru interior de la 1,3 pînă la 2,2 mm.

Numărul de orificii *8* poate fi de 50-100-200-400-800-1 200 în funcţie de tipul produsului ce urmează a fi executat, el determinînd de obicei productivitatea unei asemenea instalaţii. Filierele cu 200 de orificii pot produce curent 100 kg de topitură/24 ore. La filierele cu număr sporit de orificii această producţie poate să ajungă pînă la 300 kg/24 de ore. Sticla sub formă de bile se poate alimenta prin tubul *2*. În filieră se montează un tub suplimentar *3* prin care se poate introduce o tijă cu ac de platină, care atinge suprafaţa sticlei topite şi comandă alimentarea automată a cuptorului. În interiorul rezervorului *3* se introduce rezistenţa de încălzire suplimentară *4*,

alimentată prin barele de cupru *5*, răcite în permanență cu un circuit închis de apă de răcire. Rezervorul din aliaj de platin-iridiu este înzidit într-o masă refractară *9* care este un amestec de 80% oxid de aluminiu, 8% caolin și 12% deșeuri (tocătură) de azbest, cu apă la o consistență normală de lucru. Pe suprafețele exterioare sînt prevăzute rezistențe de încălzire *11* din sîrmă de cantal cu grosime de 1—2 mm, așezate într-o masă de șamotă (praf de șamotă) amestecată cu tocătura de fire de azbest sau vată de sticlă. Restul de spațiu este umplut cu zidărie refractară silico-aluminoasă sau de șamotă. Cuptorul filieră reazemă pe suporții *7* cu posibilități de reglare.

Bara de încălzire cît și pereții filierei *3* au o rezistență de aproximativ 0,0015 Ω, alimentată la un curent de 2 500 A și o tensiune de 3,5 V, printr-o instalație specială ce asigură o constantă de alimentare. Firele trase se grupează la dispozitivul de ancolare unde se execută și un tratament de acoperire a suprafeței cu o emulsie cu caracteristici variabile ce conferă firului proprietățile cerute destinației lui. Firul obținut astfel este înfășurat pe bobină. Bobinoarele au de obicei o turație de 3 000—3 500 rot/min. Grosimea firului obținut se realizează prin corelarea dintre diametrul orificiului de la filiera *8* și viteza de lucru a tamburului de înfășurare.

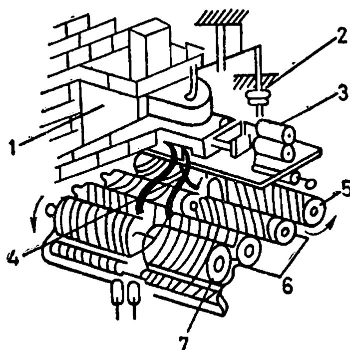


Fig. 15.4. Instalație de fabricat bile de sticlă (vedere parțială) :
1 — alimentator cu fider ; *2* — cuțit de tăiere ; *3* — cilindru cu piston pneumatic ; *4* — jgheab ; *5* — tambur canelat ; *6* — platformă de colectare ; *7* — șnec de transport.

Timpul de realizare al unei bobine variază de la 6 la 10 min în funcție de grosimea firului fabricat.

De obicei la o grosime a orificiului de 1,2 mm se poate obține un filament elementar de 3—5 μ iar la o mărime a orificiului de 2,1—2,2 mm, diametrul firului obținut atinge 10—13 μ.

Dacă se folosește o sticlă de tip E temperatura de topire este de 1 200°C. La sticlele de tip A și C ea nu depășește 1 180°C.

Pentru fabricarea bilelor se folosesc instalații specializate, așa cum se arată în fig. 15.4.

Topitura obţinută într-un cuptor de construcţie specială adecvat sticlei care se topeşte, alimentează prin alimentatorul *1*, prevăzut cu foarfecă de tăiere, jgheaburile *4*. Picăturile cad în canalele spirale ale tamburilor *5*. Picătura de sticlă avansează în canalele tamburelor în rotaţie pînă la capătul acestora de unde cad pe nişte jgheaburi colectoare, cart le aduc la şnecurile transportoare 7, ce le evacuează apoi către două buncăre metalice de preluare.

În tabelul 15.1. se dau caracteristicile tehnice ale utilajului de fabricaţie sovietică A.S.Ş.

Tabelul 15.1

Caracteristicile tehnice principale ale maşinii de fabricat bile de sticlă

Denumirea caracteristicii tehnice	U/M	Mărimea
Perechi de valţuri	buc.	3
Pasul canalului de pe valţ	mm	28
Turaţia valţurilor	rot/min	50 ; 55 ; 60
Presiunea aerului comprimat	at	0,3—1,5
Debit de aer	m/min	0,3
Debit de apă	l/h	120
Putere instalată	kW	1,7
Greutatea	t	2,2
Productivitatea	t/24 h	2,5—3,5

Gama de diametre fabricate :

2±0,15 mm ; 2,4±0,15 mm ; 3±0,2 mm ; 4±0,25 mm ; 5±0,25 mm ; 6±0,30 mm ; 7±0,30 mm ;
8±0,30 mm ; 10±0,50 mm.

15.2.2. Fabricarea firelor de sticlă din bile prin procedeul firului discontinuu

Procedeul este cunoscut sub denumirea de procedeul „verraine".

Bilele de sticlă se introduc în cuptorul filieră *1*. Filamentele elementare de sticlă curg prin orificiile filierei şi sînt tăiate de jetul de aer comprimat dat prin conducta 2, fig. 15.5. În drumul lor firele discontinue se ancolează într-o emulsie injectată prin dispozitivul de injecţie 7. Apoi firele cad pe tamburul *9* în mişcare ce este prevăzut pe suprafaţa sa cu orificiu cu diametrul de 1—2 mm. Tamburul *9*

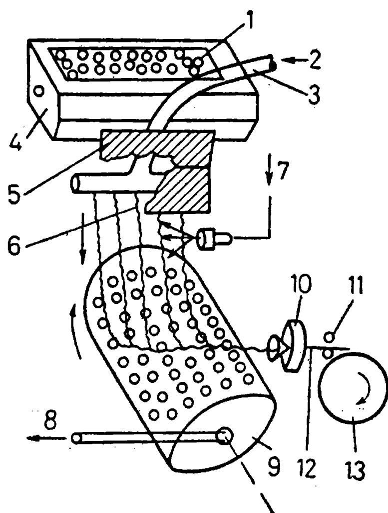


Fig. 15.5. Fabricarea firelor din filamente discontinue (schema de principiu) :
1 — bile de sticlă ; *2* — aer comprimat ; *3* — alimentare cu curent ; *4* — cuptor filieră ; *5* — ecran ; *6* — filamente discontinue ; *7* — ancolare ; *8* — aspirație ; *9* — tambur perforat ; *10* — răsucire ; *11* — role ; *12* — fibră răsucită ; *13* — tambur de înfășurare.

este conectat prin tubul de aspirație *8* la o instalație de absorbție a aerului.

Fibrele fabricate prin procedeul discontinuu au calități mecanice mai slabe, dar au unele calități superioare ca material izolant. Firele continue fabricate din bile prin cele două procedee, dar mai ales cele fabricate prin procedeul continuu au o deosebită utilizare în industria modernă.

Datorită faptului că fabricarea firelor prin folosirea bilelor duce la consumuri exagerat de mari de energie electrică și termică, firmele americane și apoi și cele europene au trecut la fabricarea firelor prin procedee continue direct din topitură. Se execută cuptoare specializate cu refractare bazice (cromatice), iar filierele se amplasează direct la capătul cuptorului în diferite poziții prelucrînd direct topitura în fir. Cuptoarele se produc cu capacitate de topire de la 1 000 la 5 000 kg/24 de ore, fiind echipate cu 10—25 filiere de tragere, fiecare avînd 100—200—400—800—1 200 de orificii de tragere. Tehnologia aceasta, mult mai economică, este aplicată cu succes la fibrele compuse din filamente elementare de la 6 μ în sus. Fibrele cu filamentele elementare sub 6 μ se fabrică în continuare în majoritate prin procedeul cu bile. Procedeul necesită calități deosebite ale topiturii, omogenitate termică și chimică foarte avansate și un conținut de bor ridicat.

Informativ sticla borosilicatică de tip E are aproximativ următoarea compoziție în oxizi :

54,1—54,5% SiO_2
13,8—15% Al_2O_3
4 — 4,5% MgO
16,2—16,5% CaO
9 — 9,5% B_2O_3

0,5— 2% $MgO+CaO$

0,4% Fe_2O_3

Materiile prime folosite în general sînt nisipul, cuarțul, calcarul, caolinul sau alumina calcinată, acidul boric sau colemanita, fluorura de calciu, sulfatul de amoniu și sulfatul de sodiu.

Sticla de tip E are excelente calități mecanice de tragere și o deosebită compatibilitate cu prezența rășinilor poliesterice.

Calitățile deosebite care se conferă firului se datoresc foarte multe și calităților speciale ale materialelor de ancolare. În principal acești ancolanți trebuie să confere produsului compatibilitate cu celelalte substanțe cu care firul urmează să vină în contact, să dea calități de flexibilitate firului, să împiedice apariția curenților de electricitate statică etc. În general ancolanții se grupează în următoarele categorii :

— agenți de cuplare ;

— agenți de uleiere ;

— agenți antistatici :

— agenți adezivi.

Agenții de cuplare se diferențiază după scopul unde se utilizează acest fir. Din gama acestora fac parte volantul, trinitroglicerină hidrogenată vegetală, rășinile epoxidice, malenice, acidul nitrocrilic în soluție de izopropanol etc.

Agenții adezivi sînt de tipul policlorurii de vinil și rășinii poliesterice. Agenții de uleiere sînt foarte diferiți, conținînd de obicei în diferite proporții : parafină, acid stearic, acid oleic, ulei de transformator, vaselină, agenți fixatori pentru culoare, gelatină și apă.

Firele continue obținute cu număr variabil de filamente se poate grupa în două grupe principale ;

— firul textil ;

— firul pentru roving.

Firul textil are filamentul elementar cuprins între 3 și 9 μ. El are calități elastice deosebite și se pretează la răsucire, ulterioară, numărul de răsuciri pe lungimea unui metru putînd varia de la 40 la 500 după destinația sa ulterioară.

Noțiunile care îl caracterizează sînt următoarele :

Titlul firului elementar. Sub această denumire se definește masa produsului, titlul fiind raportul dintre masa firului și lungimea acestuia. În prezent titlul are ca unitate „Texul". 1 tex este greutatea în grame a 1 000 m de fir. Titlul este o unitate de măsură directă. În practica industrială se utilizează deci texul, el exprimă greutatea în

decigrame a 1 000 m de fir sau greutatea în grame a 10 000 m de fir. Exemplu, un fir de 110 decitex — prin aceasta se înțelege că 1 000 m cîntăresc 110 decigrame. În trecut pentru a se defini aceeași noțiune se utiliza noțiunea de număr metric — acesta fiind de fapt lungimea în kilometri a unui kilogram de fir textil ;

— natura sticlei folosite ;

— diametrul mediu al filamentului elementar care compune firul 5—13 mm ;

— numărul firelor de bază asamblate în prima cablare ;

— numărul firelor cablate în a doua cablare ;

— tipul de ancolant folosit ;

— numărul de spire pe metru în sensul Z și apoi S.

Exemplu : E.S. 13—700×2×2—T_2 160/150

E = sticla de tip E

S = fabricația continuă. Se poate adapta și litera C — ceea ce înseamnă fir continuu ;

13 — diametrul în microni al filamentului elementar ;

700×2×2 — firul de bază are 700 decitex, răsucit în două sensuri și apoi cablat.

T_2 — tipul de ancolare ;

160/150 numărul de spire la 1 m de lungime în sensul Z și apoi S.

Firul se livrează în bobine cu diametrul de la 24 la 31 cm în saci de polietilenă sau cutii metalice.

Firul Roving. Cunoscut și sub denumirea de stratifil. Este o grupare de fire elementare paralele (nerăsucite) cu filamentul elementar de la 7 la 13 μ și ancolare compatibilă cu folosirea rășinilor poliesterice. Prin notație un ansamblu nerăsucit se notează cu zero (0).

E.S.10—400—0—63 P_3

E — tipul de sticlă, S — procedeul de fabricație, 10 — grosimea filamentului elementar 400 — titlul firului în decitecși ;

0 — ansamblare nerăsucită de 60 de fire (strenduri)

P_3 — modul de tratare (apretare).

Firul roving are în principal următoarele destinații :

— roving pentru tocat destinat armării poliesterilor ;

— roving fir destinat armării tuburilor din poliesteri ;

— roving fir destinat țesăturilor pentru diferite utilități industriale ;

— roving destinat executării de împîslituri de tip mat cu greutatea de la 400 la 900 g/m^2.

15.3. Producerea firelor de sticlă (vată) prin procedee centrifugale şi mixte

Aceste produse sînt cunoscute curent sub denumirea de vată de sticlă. Ele sînt o aglomerare de filamente elementare scurte cu diametrele cuprinse între 14 şi 25μ.

15.3.1. Producerea vatei prin centrifugare cu un disc

Primele fabricaţii de acest gen, fig. 15.6, *a* au apărut în anul 1931. Sticla are compoziţia obişnuită sticlelor de construcţie, iar topitura sub forma unui jet continuu *1* cade pe un disc refractar prevăzut cu nervuri pe suprafaţa sa, de contact cu sticla rotindu-se odată cu o oală metalică (centrifugator) *4*. Turaţia oalei împreună cu discul este cuprinsă între 3 000 şi 4 000 rot/min. Discul este în permanenţă încălzit prin încălzitoare speciale sau direct din cuptor. Firele care iau naştere se izbesc de toba rece *3* şi sînt atrase de depresiunea făcută de elicea *5* către evacuare.

Acţionarea centrifugatorului se face prin arborele *6* pus în mişcare de un motor electric cu curele de transmisie. Toată maşina este stabilă pe şasiul *7*.

Producţia zilnică obţinută este de maximum 1 500 kg/24 ore iar grosimea firului elementar în jurul a 25μ.
Firele obţinute sînt destinate exclusiv izolaţiilor termice şi fonice. Sistemul continuă să existe în unităţi mici punînd în valoare cioburile rezultate din alte fabricaţii (geamuri, ambalaje sticlă).

15.3.2. Centrifugarea pe maşini cu discuri în trepte

O etapă de dezvoltare a acestei tehnologii o reprezintă centrifugarea în trepte pe discuri metalice.

Aşa cum se vede din fig. 15.6, *b*, topitura de sticlă din cuptorul *1* curge prin jgheabul metalic *2* pe discurile dispuse în rotaţie *3* ale maşinii de centrifugat. Maşina are 3 discuri dispuse ca în figură cu turaţii diferite. Primul disc din oţel refractar cu diametrul de 250 mm are o turaţie de aproximativ 2 800 rot/min. Discul al doilea are o turaţie mai ridicată 4 000 rot/min, iar discul al treilea se recomandă să atingă turaţii pînă la 6 000 rot/min. Puterea utilizată este în jurul a 10 kW. Durata de funcţionare a unui disc este 7—10 zile, după care se înlocuieşte cămaşa lui exterioară. Lagărele ce suportă discurile au răcire cu apă.

Maşina poate să producă 10—15 t/24 de ore fire de sticlă cu diametrul de 25—30 μ, firul fiind de obicei mai scurt ca la centrifugarea pe un singur disc.

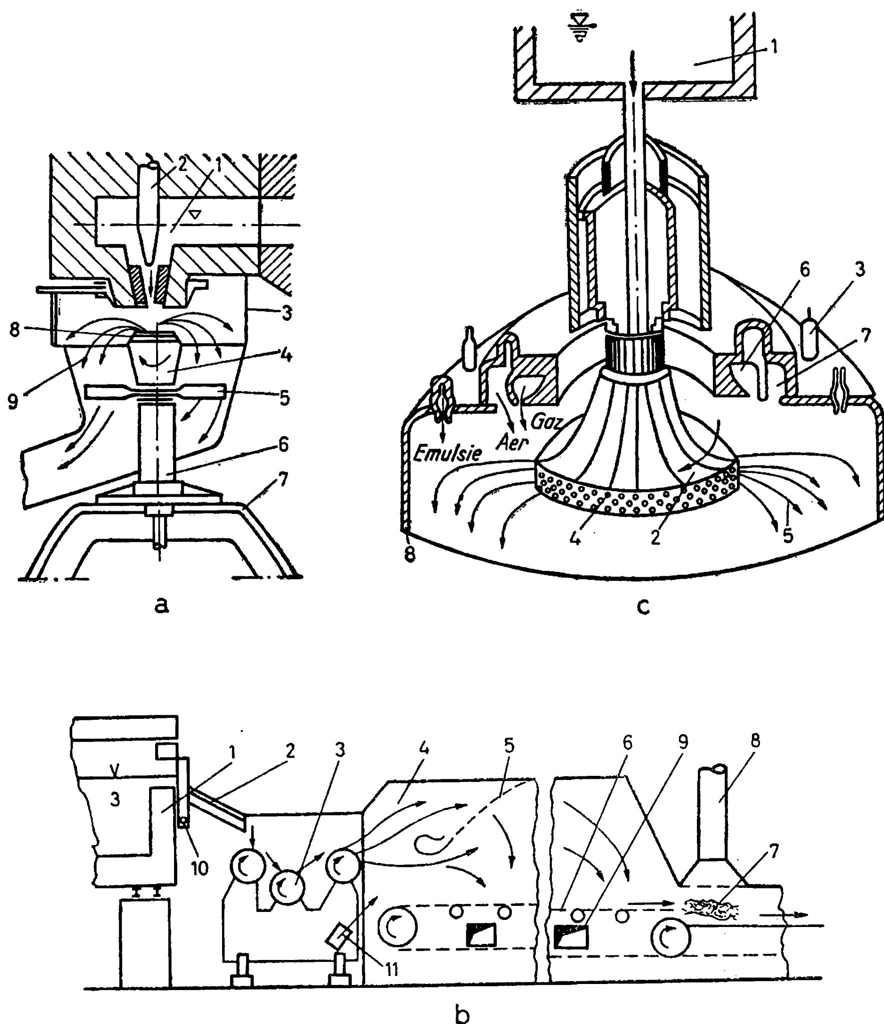


Fig. 15.6. Producerea vatei prin centrifugarea pe un disc *(a)*: *1* — topitură ; *2* — con de închidere ; *3* — tobă răcită ; *4* — centrifugă ; *5* — elice ; *6* — arbore vertical ; *7* — șasiu ; *8* — disc ; *b* — producerea vatei prin centrifugarea cu *3* discuri ; *1* — cuptor de topire ; *2* — jgheab ; *3* — mașina de centrifugat ; *4* — cameră de sedimentare ; *5* — ecarn colector picături reci ; *6* — bandă transportoare metalică ; *7* — covor de vată ; *8* — exhaustoare ; *9* — guri de absorbție ; *10* — circulație apă ; *11* — injecție de lichid (emulsie din hidrolină) ; *c* — fabricarea vatei superfine prin procedeul centrifugal (Tel) : *1* — topitură ; *2* — centrifugator ; *3* — duze de injecție ; *4* — orificii laterale ; *5* — vată de sticlă ; *6* — gaz natural ; *7* — aer combustie ; *8* — tobă metalică.

Particulele de sticlă fibrilizate sînt expulzate în camera de sedimentare *4*. Vata se depune aici pe transportorul metalic *6* executat din plăci articulate. Particulele grele, nefibrilizate (picături reci) sînt colectate de ecranul *5* care le evacuează în exterior cu ajutorul unui șnec transportor. Camera de sedimentare lucrează în ușor regim de depresiune realizat prin absorbția aerului prin gurile de absorbție *9*, legate la un exhaustor dimensionat corespunzător. Prin duza *11* se injectează în interior sub presiune un lichid cu rol de agent de aliere, de obicei o emulsie de hidrolină. Vata de sticlă *7* sub forma unui covor continuu este scoasă afară către masa de preluare. O instalație de desprăfuire *8* asigură condiții de lucru corespunzătoare. Vata este apoi dirijată fie către mașini de cusut sau ambalată sub formă de produs brut în conteinere.

Prin acest procedeu distribuția procentuală pe grosimi a firelor de sticlă este următoarea :

Diametrul firului	Procent din total
26,6 μ	2%
20 μ	10%
13 μ	34%
10 μ	12%
6,6 μ	22%
3,3 μ	20%

Spre deosebire de procedeul anterior, unde se puteau folosi cioburi de sticlă, procedeul de centrifugare în trepte necesită o compoziție de sticlă adecvată procedeului. Caracteristica generală a acesteia este creșterea conținutului de oxid de calciu și reducerea conținutului de bioxid de siliciu.

Rețetele diferiților producători sînt foarte variabile. În tabelul 15.2 se prezintă comparativ 3 compoziții utilizate la 3 mari producători din Europa.

15.3.3. Centrifugarea cu un disc în mediu gazos

Deoarece vata capătă domenii foarte diferite de utilizare, cercetările în domeniul fabricării vatei s-au extins. În ultima perioadă a fost pus în funcțiune industrială prima dată de firma „Saint Gobain" (Franța) un nou procedeu de fabricare prin centrifugare în mediu gazos a vatei de sticlă (Procedeul Tel). Procedeul produce o vată de calitate superioară centrifugării prin celelalte procedee. Diametrul firului este cuprins între 2 și 16 μ și lungimea de 50—100 cm. Firul are un aspect mătăsos, cu calități deosebite de izolator. Greutatea volumetrică poate varia de la 5 la 15 kg/m^3. Procedeul poate

Tabelul 15.2

Principalele rețete utilizate la fabricarea vatei de sticlă

Compoziție	R. D. Germană	R. F. Germania	Belgia
SiO_2	53,90	72,73	75,70
F_2O_3	2,46	0,59	2
Al_2O_3	7,34	2,65	4,38
CaO	31,30	13,53	12,97
MgO	2,20	2,01	0,80
R_2O_3	2,80	8,49	4,15

produce 6 t/24 ore și mașină. O asemenea mașină este prezentată în fig. 15.6, *c*.

Sticla utilizată are o compoziție adecvată (62,5% SiO_2; 7% Al_2O_3, 9,5% CaO, 5% B_2O_3, 16% R_2O), și se topește într-un cuptor *1*. Jetul de lichid curge printr-un tub refractar în interiorul centrifugei *2*, care are o mișcare de rotație fiind prevăzută cu lagăre axiale. Prin orificiile *4* laterale șuvițele de sticlă sînt aruncate în interiorul tobei metalice *8* transformîndu-se în fire foarte subțiri de vată din sticlă. Prin arzătorul *7* se realizează o flacără în jet de aer care alungește firele *5* și le împinge către exterior. Simultan, prin duzele de injecție *3*, se introduce un agent de uleiere, de obicei un amestec de spirt fenolic și smoală lichidă. Turația centrifugei *2* poate ajunge la 3 000 rot/min, iar numărul de orificii *4* pînă la 6 000. Debitul de sticlă fibrilizat se poate regla acționînd asupra turației centrifugei, asupra viscozității sticlei și asupra grosimii stratului de sticlă din interiorul cupei centrifugei. Procesul de lucru și formare în interiorul tobei se desfășoară la o temperatură de 180—200°C. Presiunea coloanei de sticlă în centrifugă atinge 2,5—3,7 kgf/cm^2. Diametrul orificiilor *4* variază de la 0,5 la 1 mm, iar presiunea în aceste orificii ajunge la 6 kgf/cm^2.

Procedeul a fost perfecționat tehnic și cîștigă teren, putînd asigura o calitate deosebit de bună a vatei produse. Prețul este mai ridicat datorită prețului materiei prime cît și dificultăților tehnologice în exploatarea utilajului.

15.3.4. Procedee mixte de fabricație

Datorită creșterii continue a utilizării materialelor de izolație, în tehnica mondială au fost concepute noi sisteme de producție a vatei de sticlă sau minerală prin procedee mixte sau combinate. În

majoritatea țărilor mari producătoare de materiale izolatoare din vată se aplică sistemul de producere al vatei prin tăierea și pulverizarea sticlei cu jet de abur sau abur sub presiune.

Principiul de lucru conform fig. 15.7 este următorul :

Sticla se topește într-un cuptor vană de unde printr-un canal *1* ajunge la filiera *2* prevăzută cu sita de control *4*. Filiera *2* este înzi-

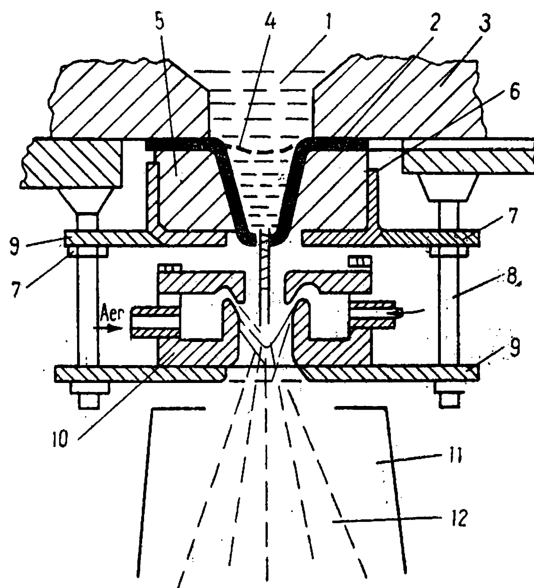


Fig. 15.7. Producerea vatei prin pulverizarea jetului de sticlă în abur sau aer :
1 — sticlă topită ; *2* — fider ; *3* — zidărie de șamotă ; *4* — filtru ecran ; *5* — izolație ; *6* — cornier de susținere ; *7, 8, 9* — bolțuri cu șuruburi de reglare ; *10* — duze de aer comprimat ; *11* — difuzor.

dită într-o construcție de șamotă *3* și susținută prin profilele cornier *6*. La partea inferioară filiera *2* este prevăzută cu orificii calibrate de 2,8—3,2 mm. Sita de reținere *4* are ochiul cu diametrul maxim de 0,2 mm. Jetul de sticlă cade liber din orificiile filierii și în drumul său este atacat de două jeturi puternice de aer comprimat sau abur, care îl dispersează în fragmente foarte mici. Aceste porțiuni filiforme de sticlă se transformă prin răcire în fire foarte subțiri de vată de sticlă *5* și își continuă drumul intrînd în camera de sedimentare.

Controlul calității produselor, ambalarea și tehnica securității muncii la fasonarea și prelucrarea sticlei

16.1. Controlul calității produselor

Controlul calității se efectuează în conformitate cu prescripțiile standardelor sau normelor interne în vigoare, cum și a caietelor de sarcini. Aceste prescripții sînt diferențiate pe grupe de produse. Astfel la articolele de menaj se pune accent mai mare pe aspectul produselor, la ambalajele de sticlă (butelii, borcane, flacoane) se are în vedere mai mult capacitatea, dimensiunile și rezistența, iar la articolele tehnice, prescripțiile variază în funcție de domeniul de utilizare.

La articolele de mică serie controlul se face organoleptic prin observarea diferitelor defecțiuni și verificarea manuală cu diverse scule și șabloane. La articolele de serie mare (borcane, butelii, flacoane) se face un control vizual în fața ecranelor luminoase, iar planeitatea, rezistența mecanică (sau presiunea internă) și dimensiunile gurii produselor se verifică prin instalații automate montate pe benzile de transport ale articolelor. Sînt instalații automate și pentru controlul fisurilor pe principii optice și electronice, dar construcția lor complicată și domeniul de lucru foarte limitat determină mica lor utilizare.

La produsele din sticlă plană controlul calității se face tot diferențiat pe sortimente prin sondaje pe loturi și aprecierea optică globală a calității.

Geamurile trase care se produc în grosime de 2—6 mm se apreciază după următoarele criterii : toleranțe la grosime, calități optice și calități mecanice.

La geamurile pentru sectorul auto și fabricarea oglinzilor se face controlul calității optice a suprafeței prin metode fotometrice.

Caracteristicele mecanice se verifică prin metode destructive la impact, solicitare mecanică, rezistență la penetrație și rezistență la

uzura suprafeței. La oglinzi gradul de fiabilitate se verifică prin rezistența acestora în mediu salin sau sulfuros. În ultima perioadă se experimentează metode de control nedistructiv care folosesc raze γ sau raze X.

16.2. Ambalarea

Produsele finite care corespund prescripțiilor impuse prin standardele sau normele interne în vigoare, se ambalează în vederea asigurării integrității lor pe timpul transportului și al depozitării.

Articolele de menaj se ambalează în cutii de carton pliante, pe unul sau mai multe niveluri, despărțite între ele prin separatoare tip fagure, iar între niveluri cu separatoare orizontale. Unele articole se ambalează în cutii de prezentare, care sînt prevăzute pe una sau două laturi cu foaie de masă plastică transparentă pentru observarea produselor. Flacoanele mai mici, de asemenea, se ambalează în cutii de carton pliante.

Articolele de serie mare (flacoane, butelii, borcane) se ambalează prin paletizare, utilizîndu-se instalații automate pentru ridicarea produselor de pe masa de sortat și așezarea lor ordonată pe tăvile

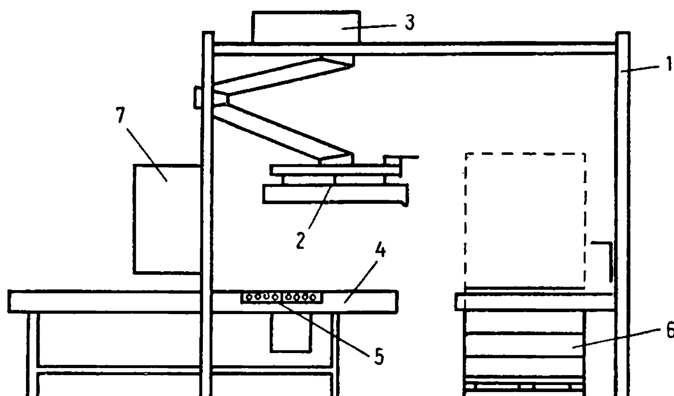


Fig. 16.1. Schema de funcționare a instalației de paletizare : *1* — scheletul metalic ; *2* — greiferul ; *3* — căruciorul ; *4* — masa de centralizare a produselor ; *5* — tabloul de comandă ; *6* — paleta cu suportul de ghidare a produselor ; *7* — dulapul de automatizări.

etajate ale paletei. O astfel de instalație este cea prevăzută în fig. 16.1. Modul de lucru este următorul : capul de greifer coboară asupra produselor (circa 300 buc.) de pe masa de sortat, intrînd fur-

tunurile între gurile produselor, sub buză. Prin umflare furtunurile strîng produsele. Greiferul se ridică cu produsele prinse și se deplasează pe bara orizontală pînă deasupra paletei, unde prin evacuarea aerului din furtun eliberează produsele pe tava paletei.

După ce paleta este completată, se îmbracă pînă la bază într-o folie de polietilenă termocontractibilă și se transportă cu motostivuitorul la cuptorul de termicontracție (fig. 16.2), unde este depusă pe banda acestuia.

Cînd cuptorul a atins temperatura de lucru 210—240°C, se deschid ușile glisante, iar banda transportă paleta în camera de tratament, după care ușile se închid.

Timp de 20—40 s folia se încălzește, apoi ușile se deschid din nou și banda transportă paleta afară. Prin răcire folia se contractă și se fixează pe încărcătura paletei. Dimensiunile paletei sînt de 1 200/800 mm, iar înălțimea încărcăturii de circa 1 700 mm. Grosimea foliei utilizate este de 0,11—0,15 mm.

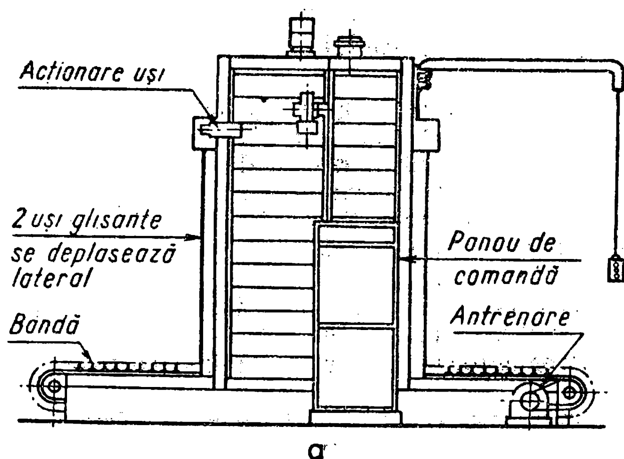
Ambalarea geamurilor plane se face în conformitate cu STAS 5159/68. De obicei, ambalarea se face în lăzi din lemn în care se introduc pachetele de geamuri cuprinzînd 50—75—100 m² pe ladă. Foile de geam se separă între ele cu foi de hîrtie acidă pe întreaga suprafață. Între pereții lăzilor și pachetul de geam se introduc materiale de amortizare în grosime de 2—4 cm (de obicei talaș sau polistiren expandat). În ultima perioadă s-a trecut foarte mult la creșterea capacității pe ladă și prevederea acesteia cu un suport care să îi permită descărcarea și manipularea cu moto sau electrostivuitor.

În paralel s-a trecut la livrarea directă a geamului în vrac pe suporți metalici. Geamurile securizate se livrează de obicei în conteinere speciale sau în cutii de carton.

La livrările care se fac pe cale maritimă, pachetul de geam se etanșează într-un plic de hîrtie cerată sau parafinată, cu scopul de a se feri de umezeală. Lăzile se vor feri de răsturnare, avînd marcată poziția normală de așezare.

Depozitarea lor se va face în locuri uscate și acoperite.

Pentru transportul produselor atît între secțiile întreprinderii cît și de la producător la beneficiar se utilizează și containerele. Produsele ambalate prin paletizare sau cutii și conteinerizare, sînt transportate cu ajutorul electro sau motostivuitoarelor în depozite sau mijloacele de expediție. În depozite paletele și containerele sînt așezate în stive de 4—6 m înălțime. La întreprinderile moderne profilate pe un sortiment mai limitat, s-au adoptat sisteme de depozitare a pachetelor pînă la înălțimea de 12—13 m. Paletele cu folii termocontractote pot fi depozitate și în locuri descoperite. Avantajele paletizării sînt multiple, de aceea se tinde spre generalizarea lor.



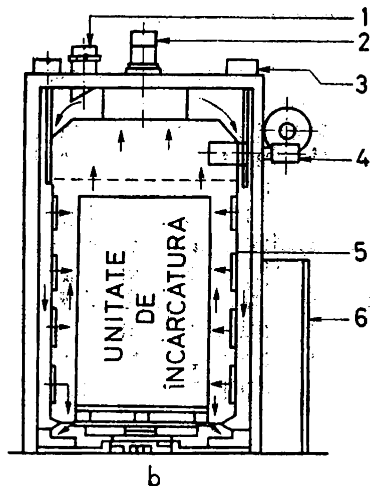


Fig. 16.2. Cuptorul de termocontracţie a foliilor de paletizare :
a — vedere ; *b* — secţiune transversală ; *1* — aspiraţie ; *2* — arzător ; *3* — elemente de încălzire ; *4* — ventilator ; *5* — gură de suflare ; *6* — tablou de comandă şi programare.

16.3. Tehnica securității muncii la fasonarea și prelucrarea sticlei

Condițiile grele de muncă specifice fasonării și prelucrării sticlei determinate de temperaturi ridicate, radiații luminoase, degajări de fum și alte noxe, nivel ridicat de zgomot și manipulare de obiecte tăioase, impun preocuparea pentru asigurarea securității muncii prin aplicarea de măsuri tehnice, organizatorice și de protecție individuală la locul de muncă.

Aceste măsuri se referă la :

— efectuarea cu regularitate a instructajului de protecția muncii, în conformitate cu regulamentele în vigoare ;

— respectarea întocmai a instrucțiunilor de folosire a mașinilor ;

— respectarea severă a instrucțiunilor de folosire a combustibilului precum și a celor de manipulare a cioburilor ;

— protejarea părților în mișcare a mașinilor prin paravane, pentru blocarea accesului în spațiile periculoase în timpul funcționării ;

— utilizarea perdelelor de apă la fasonarea manuală și semiautomată ;

— utilizarea duzelor de aer între perdea și gura de lucru ;

— montarea de ecrane izolante în jurul cuptoarelor de tratamente :

— utilizarea ventilației pentru evacuarea aerului cald și răcirea matrițelor sau altor dispozitive ;

— utilizarea de mănuși de azbest și de diverse scule cu tijă lungă ce permit intervenția de la distanță, pentru rezolvarea defecțiunilor de întreținere la cald ;

— utilizarea hotelor cu exhaustare deasupra arzătoarelor de prelucrare la flacără, la lustruirea chimică, argintarea termoselor, prepararea coloranților, sablaj, decorarea prin șprițuire, matizare și lipirea plăcilor de protecție pe discurile de șlefuire ;

— verificarea tuturor sculelor înainte de începerea lucrului pentru a nu se folosi scule defecte, pietre abrazive fisurate și a nu se introduce la șlefuire sau sculptare articole cu fisuri.

Bibliografie

1. B a l t ă, P., *Tehnologia sticlei*. Editura didactică și pedagogică, București, 1966.
2. C h i a b u r u, E. și C h i a b u r u, C., *Tehnologia sticlei*. Editura didactică și pedagogică, București, 1966.
3. G i e g e r i c h și T r i e r. *Glasmachinen*. *Springer* Verlag, Berlin, 1966.
4. G e t ț, I., *Slifovka i polirovka stekla*. Izdatelstvo literaturî po stroitelstvu, Moscova, 1967.
5. G ö e r k, G., *Proistvostvo tianutovo listovo stekla*. Izdatelstvo literaturî po stroitelstvo, Moscova 1972.
6. K a c i a l o v, N., *Tehnologhia șlifovki i polirovki listovo stekla*. Izdatelstvo Akademii Nauk S.S.S.R. Moscova 1958.
7. L u p u, A. și H e l l e r,, N., *Călăuza sticlarului*. Centrul de documentare și publicații tehnice, M.I.U. 1970.
8. M o r a r u, E., *Tehnologia sticlei*, Editura didactică și pedagogică, București, 1963.
9. P i g a n i o l, P., *Les industries verrierés*. Editura Dunod. Paris, 1966.
10. S c u m p u, I. și P e t r e s c u, C., *Călăuza sticlarului*. Editura tehnică, București 1954.
11. S c h u l t z e, E., *Die Hohlglasindustrie der Zukunft unter martmassigen tehnischen und gesellschafts-politischen Aspekten*. Glasstechnische Berichte, 1973, 5, p. 71—83.

Lei 12

EDITURA TEHNICĂ



ÎN CURS DE APARIȚIE :

A. Ștefănescu-Goangă

ÎNDRUMĂTOR DE LABORATOR PENTRU MATERIALE DE CONSTRUCȚII

I. Teoreanu și N. Ciocea

LIANȚI, MASE ȘI BETOANE REFRACTARE

V. Moldovan

ADITIVI ÎN BETOANE

M. A. Neville

PROPRIETĂȚILE BETONULUI (trad. din l. engleză)